

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**з напрямку підготовки (спеціальність) 6.051301 Хімічна технологія (161
Хімічні технології та інженерія)**

**на тему: Цех з виробництва підпергаменту в системі Приватного
акціонерного товариства "Малинська паперова фабрика-Вайдманн" з
розробленням технологічного потоку**

Виконала:

Студентка IV курсу, групи ЛЦ-51

Шевченко Діни Вікторівни

Керівник:

Ст. вик., к.т.н.,

Черьопкіна Р. І.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студентка _____

Київ – 2019 року
ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 4109. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	79	
3	A1	ДП 4109. 01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 4109. 02.000 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 4109. 03.000 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 4109. 04.000 ТК	Поздовжній розріз	1	

				ДП 4109 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Шевченко Д. В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Черьопкіна Р. І.				1	79
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-51	

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний
(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність (спеціалізація) 6.051301 Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Шевченко Діні Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Цех з виробництва підпергаменту в системі Приватного акціонерного товариства "Малинська паперова фабрика-Вайдманн" з розробленням технологічного потоку

керівник проекту (роботи) Черьопкіна Романія Іванівна, ст. вик., к.т.н.,

,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22» травня 2019 р. № 1323-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) підпергамент із 100% целюлози марки П.

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати розробку технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, розрахувати тепловий баланс, описати будівельну частину та розробити заходи щодо охорони навколишнього середовища.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна схема, план цеху, поздовжній розріз, поперечний розріз.
6. Дата видачі завдання 15 квітня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	15.04.2019	
2	Реконструкція технологічної схеми	15.04.2019-25.04.2019	
3	Технологічна частина	25.04.2019-05.05.2019	
4	Розрахункова частина	05.05.2019-10.05.2019	
5	Оформлення графічної частини	10.05.2019-25.05.2019	
6	Будівельна частина	25.05.2019- 03.06.2019	
7	Розробка заходів з захисту довкілля	03.06.2019-07.06.2019	

Студент

(підпис)

Д. В. Шевченко

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Р. І. Черьопкіна

(ініціали, прізвище)

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: Цех з виробництва підпергаменту в системі Приватного
акціонерного товариства "Малинська паперова фабрика-Вайдманн" з
розробленням технологічного потоку

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 79 стор., 7 табл., 5 рис., 8 першоджерел, 1 додаток.

Здійснено обґрунтування розробки цеху з виробництва підпергаменту в системі Приватного акціонерного товариства "Малинська паперова фабрика-Вайдманн".

Наведено основні вимоги до сировини та готової продукції.

Розроблено та описано технологічну схему виробництва підпергаменту марки П із 100% сульфітної целюлози.

Виконано розрахунки матеріального балансу води та волокна, розрахунки теплового балансу контактного сушіння.

Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси.

Наведено об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху та заходи щодо охорони навколишнього середовища на підприємстві.

СУЛЬФІТНА ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ДЕКУЛАТОР, ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ПРЕС ВАКУУМНИЙ, ПРЕС ВЕНТА-НІП, СУШІННЯ, ПІДПЕРГАМЕНТ

					ДП 5120.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	Цех з виробництва підпергаменту в системі приватного акціонерного товариства "Малинська паперова фабрика-Вайдманн" з розробленням технологічного потоку	Літ.		Арк.		Акркцішів	
Розроб.		Шевченко Д. В.						6		79	
Перевір.		Черьопкіна Р. І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, ЛЦ-51					
Реценз.											
Н. Кантр.											
Затверд.		Черьопкіна Р. І.									

ABSTRACT

Coursework: p. 79, rice. 5, tab. 7, first source 8, notes 1.

Justification of workshop on subparchment production has been made in the joint-stock company «Malyn Paper Mill Weidmann».

The basic requirements of raw stuff and final products have been provided.

The Manufacture of paper brand P subparchment made from 100% sulfate pulp has been developed and described.

Calculations of material balance of water and fiber, calculations of the thermal balance of contact drying have been made.

Theoretical information on basic technological processes has been provided.

Volume and planning solutions of the workshop building and environmental protection measures in the enterprise have been provided.

SULPHITE CELLULOSE, ROLLING, DEKULATOR, PAPER MAKING MACHINE, PRESS VACUUM, PRESS VENTA-NIP, DRYING, SUBPARCHMENT

					Пояснювальна записка	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ПІДПЕРГАМЕНТУ	11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПІДПЕРГАМЕНТУ	15
2. 1 Характеристика сировини і готової продукції	15
2. 2 Технологічна схема та її опис	20
2. 3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва	25
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ	38
3. 1 Блок-схема балансу води і волокна	38
3. 2 Розрахунок матеріального балансу води і волокна	39
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	68
5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ	74
6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	75
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	77
ДОДАТОК А.....	78

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

На сьогоднішній день у зв'язку із екологічним становищем у світі все більше поширюється біорозкладний матеріал упаковки. Тому розробці різних пакувальних матеріалів, в тому числі підпергаменту, приділяється величезна увага – вони стають все більш різноманітними і функціональними.

Одне із найстаріших підприємств з виробництва паперу в Україні – Малинська паперова фабрика-Вайдманн займається виробництвом конденсаторного паперу – дуже тонкого та хімічно чистого ізоляційного матеріалу. Фабрика розташована в невеличкому місті – Малині, що знаходиться поблизу Києва. В кінці минулого століття на фабриці була проведена масштабна реконструкція: збудовано нові приміщення цехів, встановлено потужніші папероробні машини. Завдяки цьому значно зросли об'єми виробництва: в наступному десятилітті підприємство стає одним з найбільших виробників конденсаторного паперу в Європі, а завдяки розширенню цехів і встановленню нових папероробних машин фабрика розпочала виробляти нові види продукції, у тому числі фільтрувальний папір, неткані матеріали, картон для силових трансформаторів, різноманітні види електроізоляційного паперу, цигарковий папір, папір – основу для ламінування і пакування харчових продуктів.

Одним з таких видів паперу, що використовується в харчовій промисловості є підпергамент.

Підпергамент відноситься до типу малопористих, умовно жиронепроникних видів паперу, який призначений в основному для внутрішньої упаковки в комплексі з коробковим або етикетковим папером кондитерських, фруктових і плодово-ягідних напівфабрикатів, деяких видів печива, глазурованих пластівців кукурудзи та інших продуктів. Він широко використовується в торговельній галузі в якості пакувально-обгорткового матеріалу харчових продуктів, що містять жири і значну кількість вологи. Крім того, підпергамент застосовується для вистилання ящиків тари для упаковки кондитерських виробів, м'ясних, рибних та інших продуктів.

					Пояснювальна записка	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна відмінність підпергаменту – висока щільність його структури, що досягається застосуванням сильно фібрильованої і гідратованої в процесі розмелювання волокнистої маси з високим ступенем млива, а завдяки зімкнутості структури досягається підвищений опір проникненню повітря, вологи і деяких жирових речовин.

Отже, в даному дипломному проекті розроблено цех з виробництва підпергаменту в системі Приватного акціонерного товариства «Малинська паперова фабрика-Вайдманн».

					Пояснювальна записка	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТОКУ З ВИРОБНИЦТВА ПІДПЕРГАМЕНТУ

Малинська паперова фабрика у 2000 році стає членом міжнародної організації Weidmann і набуває статус відкритого акціонерного товариства. Останнім часом фабрика розпочала виробляти нові види продукції, у тому числі фільтрувальний папір, неткані матеріали, картон для силових трансформаторів, різноманітні види електроізоляційного паперу, цигарковий папір, папір – основу для ламінування і пакування харчових продуктів.

Підпергамент відноситься до типу малопористих, умовно жиронепроникних видів паперу, який широко використовується в торговельній галузі в якості пакувально-обгорткового матеріалу харчових продуктів, що містять жири і значну кількість вологи. Крім того, підпергамент застосовується для вистилання ящиків тари для упаковки кондитерських виробів, м'ясних, рибних та інших продуктів.

Основна відмінність під пергаменту – висока щільність його структури, що досягається розмелюванням волокнистої маси до ступеня млива 75-80° ШР. Завдяки зімкнутості структури досягається підвищений опір проникненню повітря, вологи і деяких жирових речовин.

На сьогоднішній день є актуальним розроблення технологічного потоку з виробництва підпергаменту, адже потреба ринку зростає, а через нестабільну політичну ситуацію кількість імпорту зменшується.

В якості сировини для виробництва підпергаменту використовують целюлозу, що має добру здатність до гідратації і фібрилювання в ході розмелювання. Придатна для фізико-механічної пергаментациї в процесі розмелювання. Найбільш високу здатність до фізико-механічної пергаментациї в процесі розмелювання має целюлоза з деревини ялини, зварена за спеціальними режимами одно- або двоступеневого сульфитного варіння [1].

					Пояснювальна записка	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від призначення підпергамент виготовляється масою 1 м² від 30 до 90 г з вибіленої, напіввибіленої або невибіленої целюлози з різним рівнем жиростійкості, повітропроникності і міцності в сухому і вологому стані.

Для поліпшення функціональних властивостей підпергаменту і перш за все його жиро- і водостійкості іноді його покривають полімерними матеріалами – натрієвою сіллю карбоксиметил целюлози (КМЦ), альгінатами і ін. А для кращого дотримання вимог до якості підпергаменту пропонується включити в технологічну схему виробництва наведені нижче конструктивні рішення [1].

Згідно стандартів обрано композицію паперу із 100% сульфітної хвойної невибіленої целюлози марки Ж-2, що дозволяє здешевити виробництво та покращити показники якості паперу.

Оскільки, целюлоза надходить у сухому вигляді, тому її необхідно розволокнити у гідророзбивачі та розмолоти до ступеня млива близько 80 °ШР.

Для розмелювання запропоновано встановити однодискові млини. Оскільки хвойна целюлоза належить до волокнистих напівфабрикатів, які порівняно важко розмелюються, а тому приріст ступеня млива на кожному млині становить близько 9 °ШР.

Для запобігання смоляних труднощів на багатьох підприємствах в приймальний басейн безперервно подають тальк з розрахунком 1 – 3% від абсолютно сухого волокна. Тальк адсорбує частинки смоли і перешкоджає їх злипанню. Ця властивість тальку використовується для усунення смоляних труднощів в ході виробництва деяких видів паперу, в тому числі і підпергаменту.

Згідно вимогам стандарту підпергамент марки П не потребує проклеювання [2], тому в композиційний басейн подається целюлоза і зворотній брак.

Очищення маси високого ступеня млива може проводитися в два або три ступені на центриклинерах з деаерацією в декулаторах або в комбінованих установках – декулаторах-клінерах і далі у вузловловлювачах закритого типу – селективфайерах. Видалення повітря з маси необхідно для запобігання

					Пояснювальна записка	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

піноутворення в напірному ящику і на сітці папероробної машини, поліпшення умов формування і зневоднення паперового полотна.

Після очищення маса концентрацією 0,45-0,6% надходить на папероробну машину.

Для забезпечення рівномірного випуску маси на сітку ПРМ запропоновано встановити напірний ящик закритого типу, оскільки швидкість машини є високою та необхідно знизити турбулентність маси в ході подачі на сітку ПРМ. Для рівномірного розподілу маси за усією шириною машини та усунення анізотропії готової продукції встановлюється багатотрубний потокорозподільник з односторонньою подачею маси.

Формування паперу відбувається на одинарній сітці № 28 напівсаржевого плетіння.

Машина розрахована на роботу зі швидкістю 450 – 800 м/хв, обладнана напірним ящиком, який має напірний пристрій з повітряною подушкою, трьома розподільними валами і конічним впускним колектором. Сітковий стіл машини має довжину 18 000 мм, ширину 4200 мм і обладнаний трісекційною формуючою дошкою, 28 гідропланками, 10 відсмоктувальними ящиками, гауч-валом. Пресова частина складається з трьох пресів, з яких перший – відсмоктувальний, причому кожен вал преса працює із сукном. З метою підвищення сухості паперового полотна в пресовій частині запропоновано використання преса типу «Вента-Ніп», який встановлюється в положенні третього преса. Між гауч-валом і першим пресом встановлено пересмоктувальний пристрій. Передбачено використання голкопрошивних сукон. Ці сукна мають підвищену міцність (маса 1 м² близько 1200 г), доброю пропускною здатністю і не залишають маркування на папері. Вміст синтетичних волокон в таких сукнах досягає 75 %, [1].

Папероробна машина має сушильну частину, що складається із 42 сушильних циліндрів, які згруповані у сім секцій по три сушильних циліндра в групі. Останні два циліндри в сушильній частині – холодильні. Машина обладнана шестивальним каландром з регульованим бомбуванням нижнього

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

валу і охолоджуючим шабером. Між каландром і накатом розташовані електронні прилади для визначення маси квадратного метра, вологості і кількості наскрізних отворів в папері.

					Пояснювальна записка	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПІДПЕРГАМЕНТУ

2.1 Характеристика сировини і готової продукції

Даним дипломним проектом передбачено виготовлення підпергаменту з масою 1 м² 52 г, з ГОСТ 1760-2014 [2]. Сировиною для виробництва такого паперу є сульфітна хвойна небілена целюлоза.

Згідно стандарту [3], целюлоза сульфітна небілена з хвойної деревини призначена для виробництва різних видів паперу і картону, які виготовляються для потреб народного господарства та експорту. В залежності від призначення та показників якості целюлоза повинна виготовлятися наступних марок: Ж-0, Ж-1, Ж-2, Ж-3, Ж-4, Ж-5. У даному проекті для композиції паперу запропоновано використовувати сульфітну хвойну невібілену целюлозу марки Ж-2. Призначення марок наведено в таблиці 2.1. Показники якості целюлози наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Призначення марок сульфітної невібіленої целюлози

Марка	Застосування
Ж-0	Для тонкого паперу для друку та високоміцного пакувального паперу
Ж-1	Для високоміцного паперу інших видів
Ж-2	Для жиронепроникного пакувального паперу і паперу зниженої масоємності
Ж-3	Для газетного, кольорового писального, зошитового, цигаркового, паперу для телеграфних стрічок, паперу для фотоальбомів
Ж-4	Для паперу шпалер, мундштучного, поштових документів, текстильних патронів і конусів, ізоляційного, обгорткового, таропакувальних і технічних видів паперу і картону
Ж-5	Для паперу санітарно-гігієнічного призначення

Табл. 2.2 – Показники якості сульфітної хвойної невібіленої целюлози

Найменування показника	Норма для марок						Методи випробування
	Ж-0	Ж-1	Ж-2	Ж-3	Ж-4	Ж-5	
1.Ступінь делігніфікації:							По ГОСТ 10070
- не більше	-	-	37-27	35-27	-	27	
- не менше	27	27	-	-	27	-	
2. Розривна довжина, м, не менше	9000	8700	8200	7500	7000	6500	По ГОСТ 13525.1
3. Міцність на злам (число подвійних перегинів), не менше	3000	2800	2000	1500	1000	800	По ГОСТ 13525.2
4. Масова частка смол і жирів, %, не більше	1,0	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	По ГОСТ 6841
5. засміченість – розрахункова кількість смітинок на 1 м ² :							По ГОСТ 14363.3
- площею от 0,1 до 1,0 мм ² включ., не більше	500	600	650	650	750	750	
- площею св. 1,0 до 2,0 мм включ., не більше	Не допускається		20	20	10		

Продовження таблиці 2.2

6. Масова доля пентозанів, %, не менше	5,5	5,3	5,3	-	-	-	По ГОСТ 10820
7. рН водної витяжки целюлози (холодне екстрагування), не менше	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	По ГОСТ 12523
8. Вологість, %, не більше	20	20	20	20	20	20	По ГОСТ 16932

Даним дипломним проектом передбачено виготовлення підпергаменту масою близько 52 г/м² згідно з ГОСТ 1760-2014.

В залежності від призначення і показників якості папір повинен вироблятися марок ЖВК, ЖК, ЖВ, ЖУ, П. Даним проектом передбачено виготовлення підпергаменту марки П (табл.3.3).

Таблиця 2.3 – Норми показників якості паперу

Найменування показника	Значення для марок					Методи випробування
	ЖВК	ЖК	ЖВ	ЖУ	П	
1. Маса підпергаменту площею 1 м ² , г	50,0±2,0 45,0±2,0 40,0±2,0	50,0±2,0 45,0±2,0 40,0±2,0	52,0±3,0 45,0±3,0 40,0±2,0	52,0±3,0 45,0±3,0 40,0±2,0	52,0±3,0 45,0±3,0 40,0±2,0	По ГОСТ 13199
2. Жиронепроникність, не менше, для маси підпергаменту площею 1 м ² , г:						По ГОСТ 13525.13, раздел 4

Продовження таблиці 2.3

50,0	1800	1200	-	-	-	По ГОСТ 13525.13, раздел 3
45,0	900	800	-	-	-	
40,0	600	500	-	-	-	
мг, не більше, для маси підпергаменту площадю 1 м ² , г:						
52,0	-	-	20	-	25	
45,0	-	-	25	-	28	
40,0	-	-	28	-	30	
3 Жиростійкість поверхні, бали Кіта, в середньому по двох сторонах, не менше	-	-	-	4	-	По 9.10 нашого стандарту
4 Відносна вологомісність, %, не менше	25,0	-	8,0	-	-	По ГОСТ 13525.7, раздел 3 и 9.7 нашого стандарту
5 Місність на злам під час багаторазових перегинів за двома напрямками, не менше	250	240	230	220	180	По ГОСТ 13525.2
6 Відносний опір продавлюванню, кПа (кгс/см), не менше: для маси підпергаменту площадю 1 м ² , г:						По ГОСТ 13525.8
52,0			270 (2,7)	260 (2,6)	260 (2,6)	
50,0	300 (3,0)	280 (2,8)	-	-	-	
45,0	280 (2,8)	270 (2,7)	260 (2,6)	250 (2,5)	250 (2,5)	

Продовження таблиці 2.3

40,0	250 (2,5)	250 (2,5)	250 (2,5)	240 (2,4)	240 (2,4)	
7 Білість, %, не менше	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	По ГОСТ 30113
8 Засміченість (число смітинок на 1 м ²) площадю, мм ² : св. 0,2 до 0,5 включ., не більше " 0,5 " 1,0 " " 1,0	50 0 Не допускає тця	50 0 Не допускає тця	50 0 Не допускає тця	50 0 Не допускає тця	60 5 Не допускає тця	По ГОСТ 13525.4
9 Вологість, %	7,0±1,5	7,0±1,5	7,0±1,5	7,0±1,5	7,0±1,5	По ГОСТ 13525.19

Примітка — При виготовленні підпергаменту марки П з невібіленої целюлози показник білості не нормується. Підпергамент виготовляють кольору природного волокна і застосовують тільки для вистилання тари.

					Пояснювальна записка	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічна схема та її опис

Технологічна схема виробництва підпергаменту наведена на рисунку 2.1. Обрано один потік виробництва, в якості сировини використано сульфітну хвойну невібілену целюлозу. Целюлоза за допомогою транспортера подається в гідророзбивач (1). Завантаження в гідророзбивач здійснюється безперервним способом, для розволокнення целюлози використовується реєстрова вода. Об'єм маси в гідророзбивачі повинен бути постійним для забезпечення сталої концентрації маси, яка становить 3,5 %. Розпущена маса із гідророзбивача відцентровим насосом подається в приймальний басейн (2), який оснащений циркуляційним пристроєм, де відбувається акумулювання маси перед її розмелюванням.

Розмелювання здійснюється на дискових млинах (3). Для сульфітної хвойної невібіленої целюлози було вирішено встановити сім млинів, оскільки для неї приріст ступеня млива становить приблизно 9 °ШР, початковий ступінь млива становить 13 °ШР. Розмелювання ведеться до кінцевого ступеня млива близько 75 °ШР. Концентрація маси – 3,5 %. Для вирівнювання концентрації і охолодження маси прийнято встановити проміжний басейн (4) після другого і четвертого млина. Розмелена маса поступає в композиційний басейн (5) за допомогою відцентрового насоса.

В композиційний басейн подається розмелена маса і обіговий брак. Маса за допомогою насоса перекачується в машинний басейн (6). Після складання композиції маса за допомогою насоса подається в бак постійного рівня (7).

Для забезпечення ретельного очищення маси перед папероробною машиною і для кращого формування паперового полотна, здійснюється розбавлення маси реєстровою водою в змішувальному насосі (8), до концентрації 0,63 %.

Перед формуванням паперу розбавлена маса піддається очищенню з метою видалення забруднень, які утворилися під час підготовки паперової маси, таких як вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду і слиз, а також сторонніх включень у вигляді піску, металевих частинок та ін. Тому із змішувального насоса (8) маса поступає на систему вихрових очисників, а саме на перший

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

ступінь очищення центриклинерів (11). Очищення маси в них відбувається під дією відцентрових сил, що виникають у вихрових потоках, які поділяються на зовнішній, направлений до вершини конуса, і внутрішній, направлений в протилежний бік. Відходи від першого ступеня збираються в закритому колекторі (жолобі) і після розбавлення обіговою водою до концентрації 1,2 % направляються на другий ступінь очищення. Очищена маса з другого ступеня подається на повторне очищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня збирають в жолобі (№ 2), де розбавляються водою до концентрації 0,4 % і поступають на третій ступінь очищення. Відходи третього ступеня видаляються у відвал, а очищена маса поступає на повторне очищення на другий ступінь.

Також в ході проходження маси системи центриклинерів вона піддається очищенню від бульбашок повітря. Деаерація здійснюється за рахунок роботи центриклинерів під розрідженням, що створюється вакуумним насосом (10). Відходи від першого ступеня центриклинерів через жолоб поступають у сепаратор (9), де відбувається відділення повітря, що відсмоктується вакуум-насосом.

Далі маса поступає на вузлоуловлювач закритого типу (селектифайєр) (12), де відбувається очищення маси від забруднень волокнистого характеру (вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду), які мають більші розміри, ніж розміри окремих розмелених волокон. Маса поступає у верхню частину вузлоуловлювача через тангенційно розміщений штуцер під тиском. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпусу, опускаються вниз в жолоб важких відходів. Маса, очищена від важких включень, під дією напору і лопатей ротора проходить через отвори сит і виходить з апарату через загальний штуцер. Відходи, що не пройшли через сито, опускаються вниз і видаляються через спеціальний штуцер із засувкою на плоску вібраційну сортувалку (13). Відокремлене на сортувалці волокно разом з водою, направляються у збірник реєстрових вод.

Очищена та відсортована маса подається в напірний ящик закритого типу з концентрацією 0,6 % (14), звідки на сітку папероробної машини. Для

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

рівномірного розподілу маси та регулювання процесу зневоднення полотна після грудного вала (15) встановлена грудна дошка (16), гідропланки (18), реєстрові валики (17) та відсмоктувальні ящики (19). Паперове полотно після гауч-вала (20) із сухістю близько 15% за допомогою вакуум-пересмоктувального пристрою подається у пресову частину, яка складається з першого прямого вакуумного преса, прямого гладкого преса і преса Вента-Ніп (22), завдяки чому досягає сухості близько 42 %. Потім полотно поступає в сушильну частину (23), де відбувається остаточне видалення води з полотна до потрібної вологості. Вид сушіння – контактний, за допомогою пари, яка подається в середину сушильних циліндрів. Сушіння відбувається внаслідок контакту вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильного циліндра, та за умови вільного пробігу полотна між циліндрами.

В кінці сушильної частини встановлено два холодильні циліндри з метою врівноваження та підвищення вологості на 1-2%. Після чого полотно із сухістю 91 % поступає на машинний каландр де набуває остаточної гладкості, а далі подається на поздовжньо-різальний станок (25), і на накат (26), після чого на склад готової продукції.

Перероблення обігового браку

Мокрий брак за концентрації приблизно 0,8 % із гауч-мішалки (31) безперервно подається на згущувач (32), а потім в басейн оборотного браку (30). Брак, який утворився в пресовій частині, також поступає в гауч-мішалку. Із басейна оборотного браку (30) брак подається в композиційний басейн (5).

Для розпускання сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлено гідророзбивач (27). Розпускання здійснюється з використанням реєстрової води із басейну реєстрових вод (33). Далі, розпущена на волокна маса поступає на пульсаційний млин (29) для дорозпускання та поступає в басейн оборотного браку (30). Із басейна оборотного браку маса поступає в композиційний басейн (5).

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Використання обігової води

Передбачено також використання обігових вод. Регістрові води, які насичені волокном, використовуються в гідророзбивачах хвойної целюлози, для розбавлення маси в змішувальних насосах №1 та №2, а також для розпускання обігового браку. Вода з більш низьким вмістом волокна, тобто це вода від гаучвала, відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки, подається в жолоби №1 та №2, батареї центриклинерів. Надлишок цієї води, а також регістрової надходить на прояснення, після чого її можна використати для подачі для розбавлення маси у жолобах після 1-го та 2-го ступеня очищення маси центриклинерів.

Вода після дискового фільтра направляється у басейн прояснених вод, а скоп з концентрацією 3,5 % надходить у басейн оборотного браку (30), а потім у композиційний басейн (5).

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

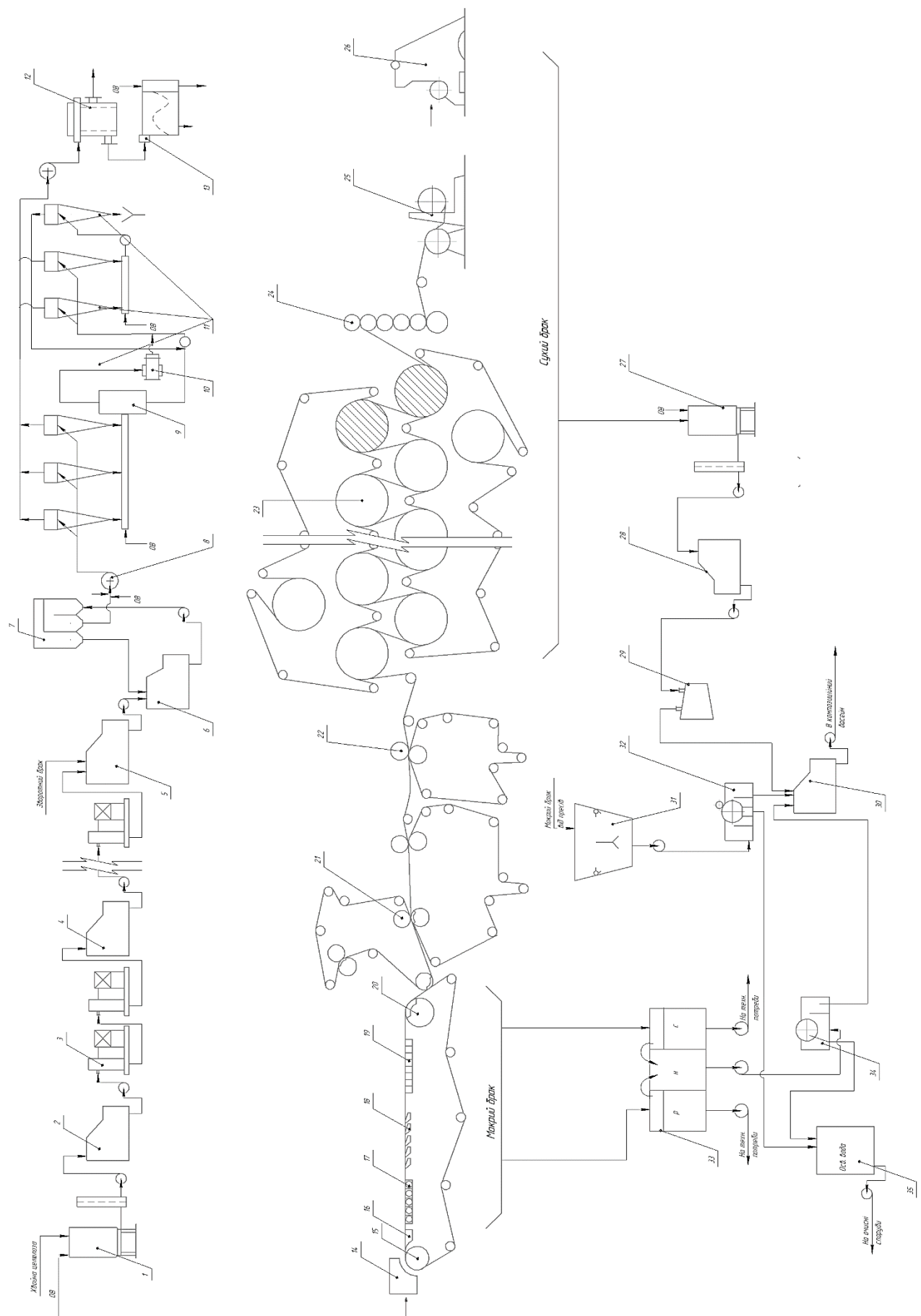


Рис. 2.1 – Технологічна схема виробництва підпергаменту

2. 3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

Розмелювання паперової маси

Розмелювання – найважливіший технологічний процес підготовки паперової маси, від якого в значній мірі залежать властивості паперу. Водночас розмелювання є найбільш енергоємним процесом у паперовому виробництві. Не розмелені волокна мають малу міцність, слаборозвинуту поверхню і мало гідратовану структуру, внаслідок цього такі волокна погано зв'язуються одне з одним в паперовому листі [4].

Мета розмелювання: надати волокнистому напівфабрикату певної структури стосовно розмірів за довжиною, товщиною, фракційному складі для забезпечення бажаної будови і щільності паперу, надати волокну певного ступеня гідратації, розвинути поверхню, надати пластичності, гнучкості та інших властивостей від яких залежить утворення міцних міжволоконних зв'язків і міцність паперового полотна.

Для розмелювання застосовуються апарати періодичної і неперервної дії – роли, конічні млини, рафінери та інші. Принцип їхньої дії полягає в тому, що волокна в присутності води у вигляді волокнистої суспензії обробляються міжперехресними ножами ротора і статора розмелювального апарата. Дію ножів схематично показано на рис. 2.2. На рис. 2.2 (а) показано вкорочування волокна у разі малого зазору між ножами ротора і статора; на рис. 2.2 (б) – розчісувальну і роздавлювальну дію у разі великої відстані між ножами.

Вода відіграє важливу роль, тому що вона, як і волокна, містить гідроксильні групи і здатна поєднуватися з ними за допомогою водневого зв'язку. Водневий зв'язок виникає на відстані між атомами водню і кисню не більше $2,55 - 2,75 \cdot 10^{-10}$ м. На рис. наведено схематичне зображення водневого зв'язку в сухій целюлозі і водневого зв'язку через мономолекулярну і полімолекулярну плівку води у вологій целюлозі [5].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

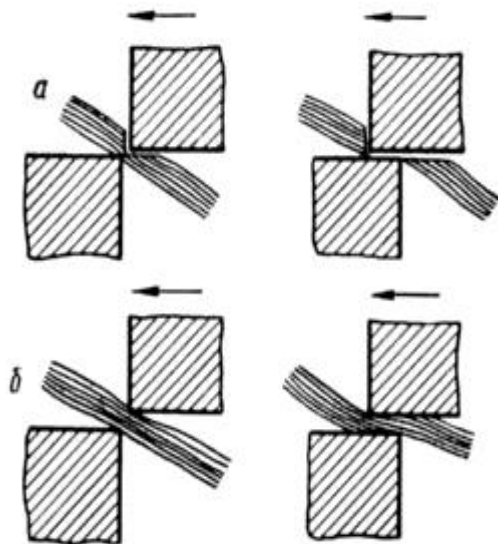


Рисунок 2.2 – Схема дії ножів.

а – вкорочення волокон; б – розчісування і роздавлення волокна.

Вода може перебувати з волокном у наступних станах: вільному, капілярно-зв'язаному і молекулярно-зв'язаному.

Вільна вода – це вода між волокнами, вона легко видаляється фільтрацією і віджиманням. Капілярно-зв'язана – знаходиться в порах і капілярах волокна; вона зв'язана силами поверхневого натягу і для її видалення потрібне значне зусилля, причому, чим менший розмір пор, тим важче вона видаляється. Молекулярно-зв'язана вода зв'язана за допомогою водневого зв'язку з гідроксильними групами целюлози і геміцелюлоз.

Капілярну і молекулярно-зв'язану воду називають ще водою набухання. Ця вода в целюлозних волокнах адсорбується на поверхні полісахаридів (целюлоз і геміцелюлоз) і зменшує енергію вільної поверхні. Енергія, що виділяється під час набухання, досить велика.

Під час розмелювання відбувається фібрилювання. Існує як зовнішнє, так і внутрішнє фібрилювання.

Зовнішнє фібрилювання полягає у відокремленні від волокна клітинних оболонок і фібрил, що призводить до збільшення загальної зовнішньої поверхні волокна і звільнення великої кількості вільних гідроксильних груп на його поверхні, які сприяють утворенню міцного міжволоконного зв'язку [5].

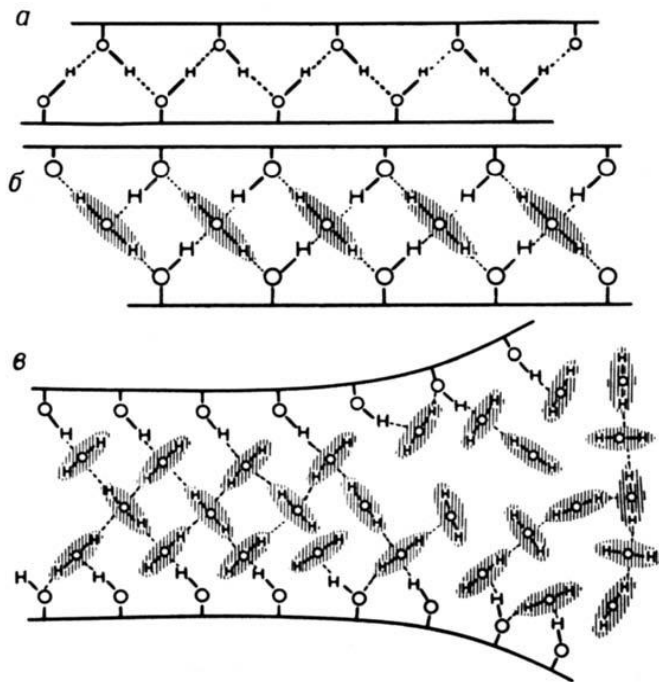


Рисунок 2.3 Схематичне зображення утворення водневих зв'язків. *а* – зображення водневого зв'язку в сухій целюлозі; *б* – водневий зв'язок через мономолекулярну плівку води у вологій целюлозі; *в* – водневий зв'язок через полімолекулярну плівку води у вологій целюлозі.

З рис. 2.4 видно, що розривна довжина паперу швидко зростає на першій стадії розмелювання, досягає максимуму за ступеня млива приблизно 60 – 70 °ШР, а потім починає зменшуватись. Приблизно так само змінюється і крива міцності на злом під час багаторазових перегинів, але зазвичай ця крива досягає максимуму дещо раніше, тобто за дещо меншого ступеня млива целюлози, ніж крива розривної довжини. Крива опору роздиранню також має переломну точку, але вона досягається раніше на першій стадії розмелювання целюлози, а далі крива спадає, внаслідок змін довжини волокна під час розмелювання [4].

Такий хід кривих механічної міцності паперу пояснюється розвитком сил зв'язків між волокнами і зміною середньої довжини волокна під час розмелювання. Перша ділянка кривої до точки перегину характеризує переважний вплив на цей показник сил зв'язку між волокнами, а друга ділянка після переломної точки – переважний вплив середньої довжини волокна.

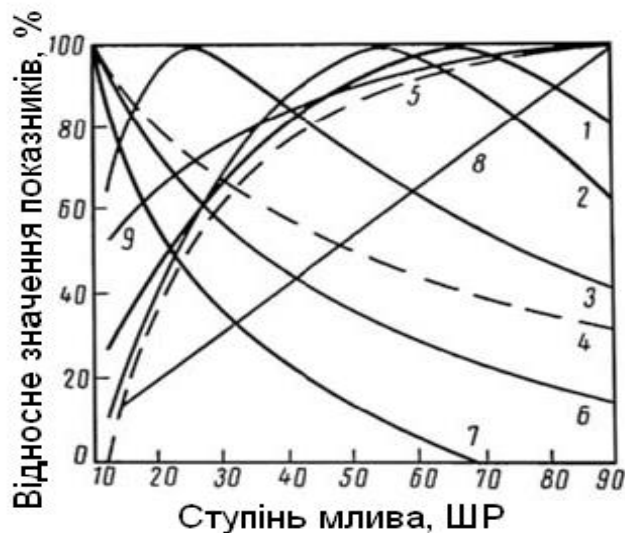


Рисунок 2.4 – Зміна основних властивостей паперу під час розмелювання ВНФ:

1– розривна довжина; 2 – опір злому під час багаторазових перегинів; 3 – опір роздиранню; 4 – середня довжина волокна; 5 – міжволоконні сили зв'язку; 6 – вбирна здатність; 7- повітропроникність; 8 – деформація під час зволоження; 9 – об'ємна маса.

Розтяжність паперу і його об'ємна маса зростають в міру розмелювання первинної целюлози, а поглинаюча здатність і повітропроникність паперу, знижуються по затухаючій кривій [4].

Залежність деформації паперу після зволоження від ступеня млива первинної целюлози має лінійний характер: деформація паперу збільшується з підвищенням ступеня млива целюлози. На цей показник, крім сил зв'язків, впливають і інші чинники: орієнтація волокон, умови відливання і сушіння паперового полотна та інші.

З наведених даних видно, що розмелювання целюлози має великий вплив на всі основні властивості готового паперу. Визначальним чинником є зміна розмірів волокон і сили міжволоконних зв'язків у папері.

До чинників, що впливають на ефективність розмелювання належать [4]:

1. Тривалість розмелювання. У разі збільшення тривалості розмелювання пропускна здатність будь-якого розмелювального апарату зменшується, при цьому між пропускною здатністю і тривалості оброблення спостерігається

зворотно пропорційна залежність. Відповідно підвищується ефект оброблення: збільшується ступінь млива маси, змінюється середня довжина волокна і підвищується міцність паперу.

2. Питоме навантаження. Якщо під час розмелювання будь-якого волокнистого матеріалу поступово збільшувати питомий тиск від нуля до високого значення, то спочатку волокна будуть тільки розчісуватися, потім почнуть розщеплюватися, роздавлюватися і, нарешті, вкорочуватися. У цьому разі ріжуча дія розмелювальної гарнітури буде збільшуватись, а гідратуюча і фібрилююча – зменшуються, внаслідок чого міцність паперу на розрив, роздирання и на злом буде зменшуватись, а пухкість і пористість паперу за однакового ступеня млива маси будуть підвищуватись.

3. Концентрація маси під час розмелювання. Зменшення концентрації маси під час розмелювання призводить до зменшення товщини волокнистого прошарку між ножами розмелювального апарату, і волокна піддаються більшій ріжучій дії ножів, внаслідок чого вони більше вкорочуються і менше гідратуються. Зменшення концентрації маси під час розмелювання дає той же ефект, що й підвищення питомого тиску за однієї й тієї ж концентрації маси.

4. Розмелювальна гарнітура. Розмелювальна гарнітура апаратів може бути металевою, базальтовою і комбінованою (з перших двох). Металева гарнітура може бути лінійною і набірною. Базальтова гарнітура застосовується в ролах, в конічних і дискових млинах, коли потрібна жирна маса. Комбінована гарнітура застосовується в ролах, і іноді, в конічних млинах.

5. Кислотність маси. Зміна кислотності середовища в межах $pH = 5 - 8,5$, в якому зазвичай здійснюють розмелювання, не має істотного впливу на швидкість розмелювання і його ефективність. Збільшення pH середовища до 10 – 11 прискорює процес розмелювання і дозволяє зменшити витрату енергії на 15 – 20 %, оскільки набрякання волокна збільшується, однак целюлоза у цьому випадку жовтіє.

6. Температура маси. Підвищення температури маси під час розмелювання несприятливо позначається на цьому процесі і на властивостях одержуваного

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

паперу. Зниження температури маси сприяє зменшенню тривалості розмелювання і зменшенню витрати енергії за одночасного підвищення механічної міцності паперу.

7. Гідрофільні добавки. У разі введення добавок (крохмаль, поліакриламід, полівініловий спирт, сечовина) в паперову масу, вони адсорбуються на волокні і тим самим сприяють інтенсивному набухання волокна, а під час розмелювання надають волокнам гнучкості і еластичності [4].

Деаерація маси перед відливанням на сітку

До великих ускладнень під час відливання паперового полотна, особливо на високошвидкісних машинах, призводять піна та бульбашки повітря, що знаходяться в масі. Бульбашки повітря ускладнюють зневоднення, сприяють утворенню дефектів в папері у вигляді плям, погіршують просвіт і роблять папір менш однорідним. Піна спричиняє утворення згустків, які, потрапляючи на сітку, утворюють плями і дірки в паперовому полотні, а іноді призводять до його обриву.

Причиною піноутворення є виділення розчиненого і механічно захопленого повітря, а також наявність в масі поверхнево-активних речовин, що адсорбуються на поверхні плівки, що оточує бульбашки повітря, і стабілізує піну. Такими піноутворювачами є солі жирних і смоляних кислот, які зазвичай завжди присутні в паперовій масі як у целюлозному волокні, так і в проклеювальних речовинах. Стабілізації піни сприяють також і тонкодисперсні тверді речовини, що концентруються навколо бульбашок повітря: каолін та інші мінеральні включення, барвники [5].

Для боротьби з піною і бульбашками повітря в масі застосовують різні методи: механічне розбивання піни в жолобах і напірних ящиках вібруючими або обертовими водяними соплами; механічне глушіння піни і бульбашок повітря паром з парових сопел, що встановлюються безпосередньо над сіткою папероробної машини; колоїдно-хімічні методи – додавання в масу поверхнево-активних речовин, які витісняють піноутворюючі речовини з поверхні плівки [4].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Формування і зневоднення полотна паперу

На формування паперового полотна на сітці впливає багато чинників, серед яких найважливішими є: ступінь розбавлення маси перед машиною, швидкість надходження маси на сітку, властивості паперової маси, товщина одержуваного полотна, температура маси, конструкція сіткового столу і стан його складових елементів, рН середовища, хімічні добавки та інші.

Зі збільшенням ступеня розбавлення маси, що надходить на сітку, поліпшуються умови для рівномірнішого розподілу волокон на сітці. Чим тонше вироблене полотно, тим більшим повинен бути ступінь розбавлення маси.

Розбавлена водна суспензія добре розмелених целюлозних волокон досить стійка і в якійсь мірі нагадує колоїдний розчин, оскільки волокна мають негативний заряд і взаємно відштовхуються. Зі збільшенням концентрації маси та довжини волокна збільшується ймовірність утворення осаду, що негативно позначається на якості паперу і картону, на їхній структурі, просвіті, механічних та інших показниках [4].

Під час зневоднення маси на сітці утворюється волокнистий фільтрувальний шар, який затримує дрібні волокна, частинки речовин для проклеювання і мінеральних наповнювачів. Однак, якщо не буде дотримуватися оптимальний режим відливання полотна, наприклад, якщо буде інтенсивне зневоднення на початку сіткового столу, коли ще не сформувався потрібної структури фільтрувальний шар з волокон, або цей шар буде руйнуватися під дією імпульсів тиску на реєстрових валиках, то разом з водою буде видалятися велика кількість дрібного волокна та інших компонентів маси. Цьому сприяє також надмірне підвищення вакууму в перших відсмоктувальних ящиках [5].

На якість паперу великий вплив має співвідношення швидкостей маси, яка надходить на сітку і самої сітки. Якщо швидкість маси значно менше швидкості сітки, то волокна за першого ж торкання сітки будуть захоплюватися нею і орієнтуватися на ній переважно в машинному напрямку, а якщо швидкість маси більше швидкості сітки, то маса буде утворювати на ній потоки, які призводять до утворення поперечних хвиль і смуг.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

В'язкість води залежить від її температури. З підвищенням температури вона зменшується, і внаслідок цього підвищується швидкість зневоднення маси.

Сіткова частина папероробної машини складається з напускного пристрою для випуску маси на сітку і сіткового столу, на якому відбувається формування паперового полотна на рухомій сітці.

Паперове полотно утворюється на реєстровій частині сіткового столу. Тут видаляється основна кількість води, яка міститься в паперовій масі. На відсмоктувальних ящиках відбувається подальше видалення води з сирого паперового листа під розрідженням, а на гауч-пресі для тієї ж мети використовується пресування або ще більш високе розрідження, ніж у відсмоктувальних ящиках. При цьому мокре паперове полотно ущільнюється, доводиться до сухості 15 – 20 % і стає настільки міцним, що може вже залишити сітку і поступити в пресову частину папероробної машини для подальшого зневоднення і ущільнення методом віджимання між валами [5].

Пресування паперового полотна

Після сіткового столу, коли сухість паперового полотна досягає 18 – 21 %, для подальшого зневоднення паперу необхідно докласти зусилля, інтенсивніші, ніж на сітковому столі. Процес пресування сприяє подальшому зневодненню аж до досягнення полотном паперу сухості 25 – 42 % (іноді навіть до 45 %). Одночасно з пресуванням змінюється багато властивостей паперу, пов'язаних з його ущільненням і зміцненням: підвищується його щільність і прозорість, знижується пористість, повітропроникність і вбирність здатність.

Пресування здійснюється на вовняних сукнах, які оберігають слабкий ще папір від руйнування, пропускають віджату вологу і одночасно транспортують папір від пресу до пресу і далі до сушильних циліндрів. Зазвичай на машині встановлюються два-три мокрих преса. За кількістю валів, преси бувають двохвальними або трьохвальними (здвоєні). Двохвальні преси можуть бути прямими, зворотними і згладжувальними (офсетними) [4].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

На процес зневоднення вологого паперового полотна в пресовій частині машини впливають наступні чинники: якість сукон та тип пресів, що використовуються, питомий тиск під час пресування, композиція паперової маси і ступінь млива, температура полотна, швидкість машини та ін.

Сушіння паперового полотна

Під час сушіння здійснюється не лише остаточне зневоднення паперового полотна шляхом випаровування з нього води, але й відбуваються й інші процеси, які визначають якість готової продукції, що багато в чому залежать від режиму сушіння. По мірі видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон внаслідок поверхневого натягу з утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить його щільність і міцність [5].

Вважається, що зневоднення сушінням обходиться в 10 – 12 разів дорожче, ніж видалення вологи на пресах, і в 60 – 70 разів дорожче, ніж видалення води на сітковому столі папероробної машини. Тільки ту вологу, яку методами механічного впливу не вдається видалити, видаляють в сушильній частині машини випаровуванням. Слід мати на увазі, що підвищення відносної сухості паперу перед сушінням на кожний 1 % призводить до економії витрати пари на сушіння в розмірі 5 % [5].

З усіх відомих методів сушіння паперу найпоширенішим є контактний спосіб, коли тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, що нагріваються зсередини парою. Цей спосіб, порівняно з іншими, ефективніший, тому що має низку переваг, до яких варто віднести економічність і високу якість полотна, зокрема, відсутність жолоблення і гладкість його поверхні. Недоліком багатоциліндрового контактного сушіння є його висока металоємність, сушильна машина займає багато місця і вимагає великих експлуатаційних витрат.

Для інтенсифікації процесу сушіння паперу та кращого регулювання їхньої вологості по ширині полотна іноді поряд з контактним сушінням використовується і конвективне з установкою над деякими сушильними

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

циліндрами ковпаків швидкісного сушіння, а також з введенням додаткового обдування гарячим повітрям полотна вздовж циліндрів.

Останнім часом для сушіння деяких видів паперу та надання йому підвищеної пористості вдаються до сушіння з тепломеханічним витісненням вологи, коли відбувається не тільки випаровування води завдяки підведенню відповідної кількості тепла, але й механічне витіснення її шляхом просочування через пори полотна гарячого повітря. Інтенсивність такого сушіння приблизно в 10 разів більша, ніж звичайного контактного.

Основні чинники, які впливають на процес сушіння [5]:

1. Температура поверхні сушильних циліндрів знаходиться в прямій залежності від температури гріючої пари, чим більша різниця температур між гріючою парою і висушуваним полотном, тим більше буде передано йому тепла на випаровування вологи і тим інтенсивніше буде відбуватися процес сушіння.

Для обігріву сушильних циліндрів використовується, переважно насичена водяна пара тиском до 0,35 МПа з температурою приблизно 140 °С, що уже використовувалася в парових турбінах. Температура зовнішньої поверхні сушильних циліндрів зазвичай на 10 – 20 °С менша, ніж температура пари, а полотна, що сушиться – на 15 – 40 °С менша, ніж температура стінки циліндра. Тому наявність зазначеного температурного перепаду між полотном, а також короткочасність цієї операції на машині іноді викликає необхідність застосування для інтенсифікації процесу сушіння пари тиском 0,5 – 0,8 і навіть до 1 МПа з температурою до 180 °С.

Зі збільшенням швидкості машини інтенсивність сушіння зростає внаслідок підвищення інтенсивності обдування полотна навколишнім теплим повітрям на ділянках його вільного ходу між верхнім і нижнім циліндрами і швидшого "перевертання" полотна до стінок останніх. Це призводить до вирівнювання вологості полотна по його товщині, що також сприяє поліпшенню теплопередачі від стінки циліндра до полотна. Однак слід зазначити, що почергове нагрівання полотна то з одного, то з іншого боку і наявність ділянок його вільного ходу неминуче призводять до теплових втрат, тому волога, що випаровується, при

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

кожному контакті з сушильним циліндром змушена "мігрувати", змінюючи свій напрямок на 180°, крім того відбувається "засмоктування" повітря в простір між полотном і циліндром, а повітря, як відомо, є поганим провідником тепла. Все це призводить до того, що інтенсивність сушіння на звичайних циліндрах значно нижча, ніж сушіння на лоцильному циліндрі великого діаметра і до того ж оснащеного ковпаком швидкісного сушіння.

2. Властивості навколишнього повітря особливо впливають на ділянках вільного ходу полотна паперу і картону (конвективне сушіння), де видаляється до 20 – 30 % вологи. Сушіння супроводжується значним виділенням пари і, якщо його не відводити від полотна, що сушиться то процес сушіння може припинитися.

Для першого періоду сушіння (займає 50 – 60 % від загальної тривалості процесу), коли видаляється вільна волога з полотна, швидкість випаровування води визначається переважно різницею вмісту вологи насиченої водяної пари за температури сушіння та у навколишньому повітрі. Для другого періоду сушіння (коли з полотна видаляється зв'язана волога), відносна вологість повітря відіграє важливу роль, і якщо воно буде насичене водяною парою, то одержати полотно з сухістю меншою, ніж його рівноважна вологість (15 – 30 %) неможливо.

Повітря, що оточує полотно під час сушіння, повинне бути теплим з невеликим вмістом вологи. А щоб не наступило його насичення водяною парою, потрібна гарна вентиляція сушильної частини машини.

3. Загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна. У рівняння, що характеризує загальну кількість тепла, яке може бути передане від пари до полотна, входить важливий коефіцієнт K , який дорівнює:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де α_1 – коефіцієнт теплопередачі у разі конденсації пари на внутрішній поверхні циліндра; $\alpha_1 = 3500 - 4000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$; α_2 – коефіцієнт теплопередачі на зовнішній поверхні циліндра; $\alpha_2 = 600 - 700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$; λ – коефіцієнт

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

теплопередачі стінки циліндра; для чавуну $\lambda = 47 - 50 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}$; δ – товщина стінки циліндра, м.

Наявність у парі повітря та інших газів, що не конденсуються, різко знижує коефіцієнт a_2 . Так, у разі вмісту в парі 1 – 2 % повітря цей коефіцієнт відповідно зменшується на 60 – 75 %. Це пояснюється тим, що теплопровідність повітря в 1600 – 1900 разів менша, ніж теплопровідність стінки сушильного циліндра. Для запобігання накопиченню повітря в сушильних циліндрах нині широко практикується подача пари в циліндри з надлишком на 10 – 20 %.

4. Властивості полотна паперу і картону. Фізико-хімічні властивості полотна значно впливають на його сушіння на машині, особливо в період видалення зв'язаної вологи. З усіх властивостей полотна найбільший вплив мають такі його показники, як товщина і маса 1 м^2 , вид волокна і ступінь його млива, наявність наповнювачів та інших добавок. З підвищенням товщини полотна погіршуються умови теплопередачі, крім того зростає опір проходженню пари з контактного шару до зовнішньої поверхні. Природно, що чим щільнішим буде полотно, тим важче з нього буде видалятися волога під час сушіння.

Вплив процесу сушіння на властивості паперу. Під час сушіння в міру видалення вільної вологи з полотна і досягнення сухості 60 – 70 % починає відбуватися помітна усадка полотна у всіх напрямках завдяки силам поверхневого натягу води, що випаровується (до 200 МПа). Ці сили не тільки зближують волокна, вони орієнтують і упорядковують розташування ОН-груп на поверхнях волокон, що з'єднуються між собою, з утворенням міжволоконного водневого зв'язку, у якому може брати участь 0,5 – 2 % усіх ОН-груп. З моменту видалення зв'язаної вологи відбувається також усадка самих волокон з виникненням у них незворотних колоїдно-хімічних процесів, особливо тих, що помітно перебігають під час їхнього пересушування [4].

Залежно від виду волокна і температурного режиму сушіння полотна ступінь його усадки різний, по товщині полотна він може становити 40 – 55 % від товщини у вологому стані перед сушінням, а по ширині його – 2 – 12 %. Полотно паперу і картону, яке виробляється з тонких еластичних волокон із маси жирного

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

млива, має більший ступінь усадки, ніж виготовлене з відносно жорстких, менш еластичних волокон деревної маси, із макулатури та інших напівфабрикатів із слаборозроблених грубих волокон.

З підвищенням температури сушіння процес усадки зменшується, тому що, у цьому разі послаблюються сили поверхневого натягу води, які сприяють зближенню волокон, знижується тривалість їхньої дії, а крім того інтенсивне випаровування вологи з полотна сприяє розпушенню його структури. Тому папір і картон, які повинні мати міцну зімкнуту структуру, рекомендується сушити відносно повільно і за порівняно невисокої температури, а пористі їхні види з високою фільтрацією та вбирністю, з малим ступенем усадки – швидко і за підвищених температур. У останньому випадку є дуже ефективним сушіння з фільтрацією гарячого повітря крізь висушуване полотно.

У разі збільшення натягу полотна під час сушіння усадка його зменшується, що призводить до зменшення його розтяжності та міцності.

5. Температурний режим сушіння. У разі пересушування полотна, тобто якщо вміст вологи становить менше 6 %, міцність його знижується, тому що у цьому випадку відбуваються помітні незворотні процеси дегідратації волокон і, як наслідок, У результаті останні стають менш еластичними, більш ламкими.

Таким чином, під час сушіння паперу і картону багато їхніх властивостей можна змінювати у визначених межах шляхом регулювання температурного режиму сушіння і натягу полотна. Так, у разі різкого перепаду температур між циліндрами і високим їхнім значенням, полотну надається пористість і повітропроникність, а у разі повільного і поступового підйому температури сушіння збільшується його усадка і підвищується механічна міцність. Отже, для кожного виду продукції існує строго визначений температурний режим сушіння, якого необхідно дотримуватися, [5].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3. 2 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу наведено в таблиці 3.1.

Таб. 3.1 – Вихідні дані матеріального балансу

Найменування статей	Вихідні дані
1.Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %	
На накаті	91,0
Після пресів	42,0
Після гауч-вала	15,0
Після відсмоктувальних ящиків	11,0
Після реєстрової частини	3,7
В напірному ящику	0,6
В баці постійного рівня	3,5
В композиційному басейні	3,5
В машинному басейні	3,5
В басейні оборотного браку	3,5
Скоп після дискового фільтра	3,5
Згущувач мокрого браку	3,5
Гідророзбивач сухого браку	3,5
Гідророзбивач сульфітної целюлози	3,5
Гауч-мішалка	0,80
Басейн оборотного браку	3,5
Після селективфайера	0,60
Після змішувального насоса №1	0,63
Після змішувального насоса №2	0,73
Після центриклинерів I ступеня	0,7
Після центриклинерів II ступеня	0,4

2. Концентрація відхідних вод, %	
Регістрова вода	0,17
Підсіткові води	0,004
Відсмоктувальних ящиків	0,10
Пресові води	0,10
Від промивання сітки	0,004
Від промивання сукон	0,001
Прояснених вод після дискового фільтра	0,001
В басейні надлишкових вод	0,2
Від плоскої сортувалки	0,18
Згущувача мокрого браку	0,04
3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу	
Свіжа вода на промивання сіток	15000
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	8500
Свіжа вода на промивання сукон	6500
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2500
Надлишкова вода на сортувалку	850
4. Кількість браку, % від маси паперу	
В процесі оброблення паперу	2,0
На накаті	3,0
В процесі сушіння паперу	2,0
Мокрий брак	3,0
Після гауч-вала	2,0

6.Композиція паперу, %	
Целюлоза сульфітна хвойна невибілена	100,0
7.Концентрація відходів сортування, %	
Відходи селективфайера	1,5
Центриклинерів I ступеня	1,2
Центриклинерів II ступеня	0,7
Центриклинерів III ступеня	0,67
Відходи плоскої сортувалки	4,0
8.Сухість початкових напівфабрикатів, %	
Сульфітна хвойна целюлоза невибілена	88,0
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)	
Цетриклинери I ступеня	5,0 %
Цетриклинери III ступеня	1,0 кг
Селективфайер	1,0 %

Склад готової продукції:

На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 91,0 %.

Отже, в ньому міститься:

абсолютно-сухого волокна: $1000 \times 0,91 = 910$ кг,

води: $1000 - 910 = 90$ кг.

Повздовжньо-різальний верстат (ПРВ):

З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час оброблення паперу ($1000 \times 0,02 = 20$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

повинно поступити $1000 + 20 = 1020$ кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно-сухого волокна: $1020,0 \times 0,91 = 928,2$ кг,

води: $1020,0 - 928,2 = 91,8$ кг.

Накат:

З урахуванням 3 % браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \times 0,03 = 30$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1020 + 30 = 1050$ кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно-сухого волокна: $1050,0 \times 0,91 = 955,5$ кг,

води: $1050,0 - 955,5 = 94,5$ кг.

Сушильна частина:

Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:



P_1 – кількість маси, що поступає на сушіння, кг;

P_2 – кількість маси, що надходить на накат, кг;

P_3 – кількість води, що випаровується, кг;

P_4 – кількість браку, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 1050$ кг P_1 –?

$C_1 = 42$ %; P_3 –?

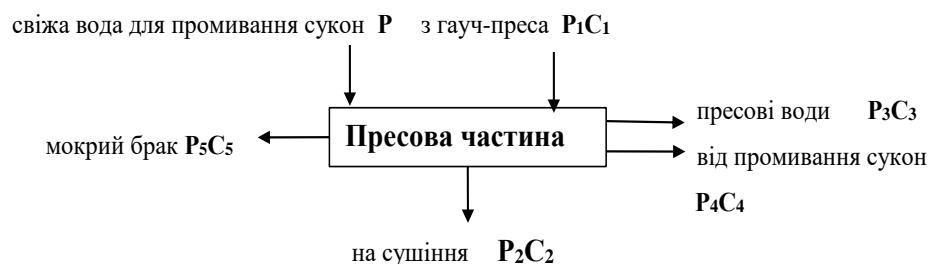
					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$C_2 = C_4 = 91,0 \%$$

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2318,33	42,00	973,70	1344,63
Надійшло(всього)	2318,33		973,70	1344,63
На накат	1050,00	91,00	955,50	94,50
Втрати парИ	1248,33	0,00	0,00	1248,33
В г/розб.сух.браку	20,00	91,00	18,20	1,80
Пішло (всього)	2318,33		973,70	1344,63

Пресова частина:



P – кількість свіжої води, що надходить для промивання сукон, кг;

P_1 – кількість маси, що надходить в пресову частину, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в сушильну частину, кг;

P_3 – кількість пресових вод, що поступає в стік, кг;

P_4 – кількість вод, які утворюються від промивання сукон і поступають в стік, кг;

P_5 – кількість браку, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 6500$ кг; $P_4 = P = 6500$ кг; $P_2 = 2318,33$ кг.

$C_1 = 15 \%$; $C_2 = 42 \%$; $C_3 = 0,1 \%$;

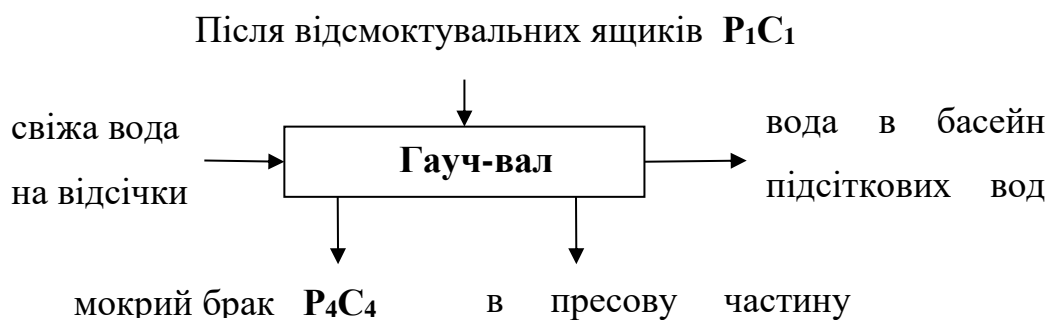
$C_4 = 0,001 \%$; $C_5 = C_2 = 42 \%$.

P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	6604,14	15,00	990,62	5613,52
Св.вода на пр.сукон	6500,00	0,00	0,00	6500,00
Надійшло(всього)	13104,14		990,62	12113,52
На сушіння	2318,33	42,00	973,70	1344,63
Пресові води	4255,81	0,1000	4,26	4251,55
Води в/пром.сукон	6500,00	0,0010	0,07	6499,94
В г/зміш.мокр.браку	30,00	42,00	12,60	17,40
Пішло (всього)	13104,14		990,62	12113,52

Гауч-вал:



P – кількість свіжої води, що надходить для відсічок в гауч-валі, кг;

P_1 – кількість маси, що надходить на гауч-вал, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в пресову частину, кг;

P_3 – кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

P_4 – кількість браку, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 2500$ кг; $P_2 = 6604,14$ кг.

$C_1 = 11$ %; $C_2 = 15$ %;

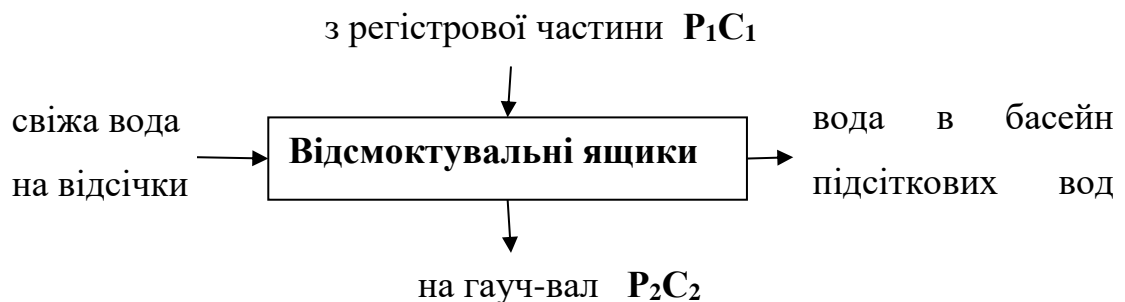
$C_3 = 0,004$ %; $C_4 = C_2 = 15$ %.

P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	9034,70	11,00	993,82	8040,88
Св.вода на відсічки	2500,00	0,00	0,00	2500,00
Надійшло(всього)	11534,70		993,82	10540,88
На пресову.частину	6604,14	15,00	990,62	5613,52
Води від гауч-вала	4910,56	0,0040	0,20	4910,37
В г/зміш.мокр.браку	20,00	15,00	3,00	17,00
Пішло (всього)	11534,70		993,82	10540,88

Відсмоктувальні ящики:



P – кількість свіжої води, що надходить для відсічок, кг;

P_1 – кількість маси, що надходить на відсмоктувальні ящики, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає на гауч-вал, кг;

P_3 – кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 8500$ кг; $P_2 = 9034,7$ кг.

$C_1 = 3,7$ %; $C_2 = 11$ %;

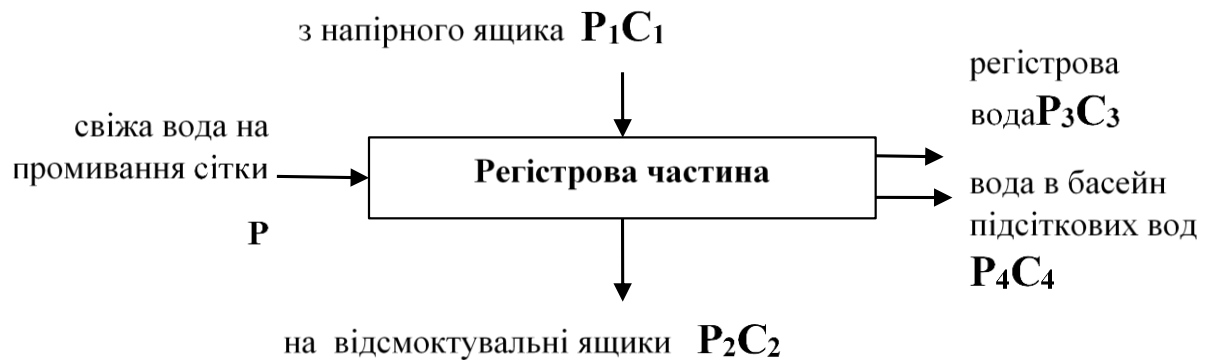
$C_3 = 0,1$ %.

$P_1 - ?$ $P_3 - ?$

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після регістр.частини	27591,18	3,70	1020,87	26570,31
Св.вода на відсічки	8500,00	0,00	0,00	8500,00
Надійшло(всього)	36091,18		1020,87	35070,31
На гауч-вал	9034,70	11,00	993,82	8040,88
Води в бас.відсм.води	27056,48	0,1000	27,06	27029,42
Пішло (всього)	36091,18		1020,87	35070,31

Регістрова частина:



P – кількість свіжої води, що надходить на промивання сітки, кг;

P_1 – кількість маси, що надходить в регістрову частину, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає на відсмоктувальні ящики, кг;

P_3 – кількість регістрових вод, кг;

P_4 – кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 15000$ кг; $P_2 = 30217,41$ кг;

$P_4 = 15000$ кг.

$C_1 = 0,6$ %; $C_2 = 3,5$ %;

$C_3 = 0,17$ %; $C_4 = 0,004$ %.

P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	226643,88	0,60	1359,86	225284,02
Свіжа вода на пром.сітки	15000,00	0,000	0,00	15000,00
Надійшло(всього)	241643,88		1359,86	240284,02
На відсм.ящики	27591,18	3,70	1020,87	26570,31
Регістрові води	199052,70	0,1700	338,39	198714,31
Підсіткові води	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
Пішло (всього)	241643,88		1359,86	240284,02

Напірний ящик:



P_1 – кількість маси, що надходить в напірний ящик, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в регістрову частину, кг.

C_1, C_2 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 226643,88$ кг; $C_1 = 0,6$ %.

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_3 = 226643,88$ кг; $C_3 = 0,6$ %.

Селектифайєр:

із змішувального насоса №1 P_1C_1



P_1 – кількість маси, що надходить на селектифайєр, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в напірний ящик, кг;

P_3 – кількість маси, що поступає на сортувалку, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 226643,88$ кг. $C_2 = 0,6$ %; $C_3 = 1,5$ %.

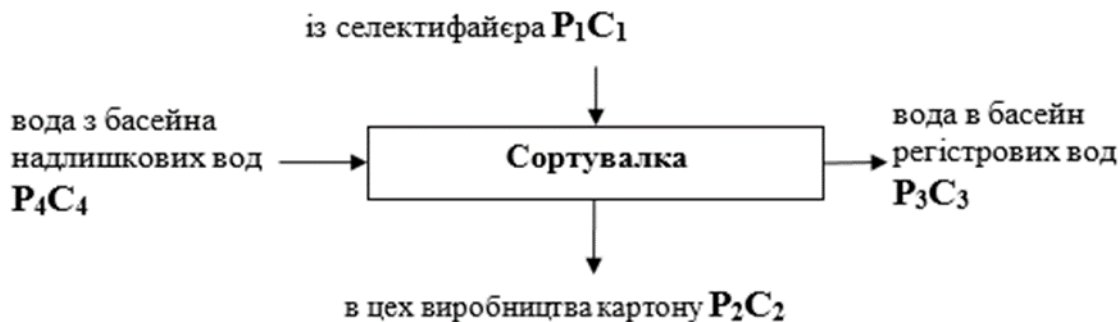
Відсоток маси, що поступає на сортувалку, у відповідності з вихідними даними приймаємо рівним 1 %.

C_1 –? P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	228910,32	0,6089	1393,86	227516,46
Надійшло(всього)	228910,32		1393,86	227516,46
На н/ящик	226643,88	0,6000	1359,86	225284,02
На плоску сортувал.	2266,44	1,5000	34,00	2232,44
Пішло (всього)	228910,32		1393,86	227516,46

Сортувалка:



P_1 – кількість маси, що надходить на сортувалку, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в цех виробництва картону, кг;

P_3 – кількість води, що поступає в басейн реєстрових вод, кг;

P_4 – кількість води на спорски з басейна підсіткових вод, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 2266,44$ кг; $P_4 = 850,0$ кг

$C_1 = 1,5$ %; $C_2 = 4,0$ %;

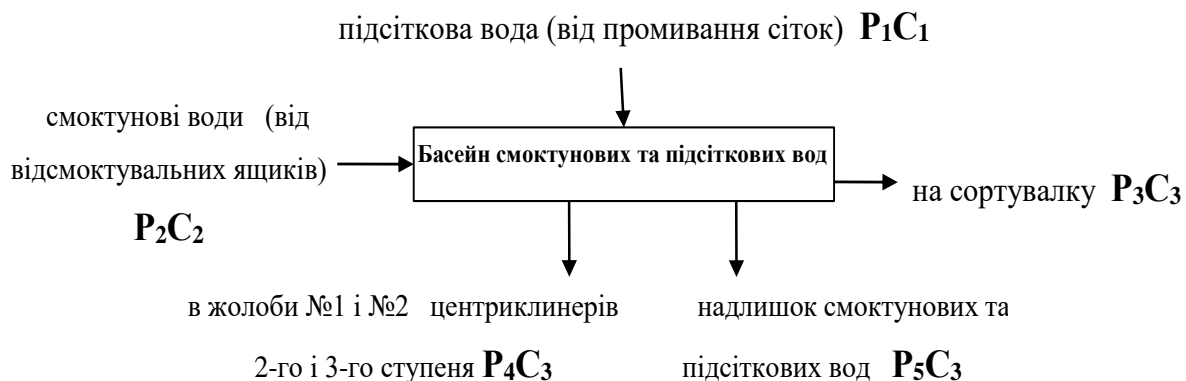
$C_3 = 0,18$ %, $C_4 = 0,0591$ %.

P_2 –? P_3 –?

Результати наведено у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.надлишк.вод	850,00	0,0591	0,50	849,50
Після селективної сортировки	2266,44	1,5000	34,00	2232,44
Надійшло(всього)	3116,44		34,50	3081,94
В бас.реєстр.вод	2360,18	0,1800	4,25	2355,93
В виробнич. цех	756,26	4,0000	30,25	726,01
Пішло (всього)	3116,44		34,50	3081,94

Басейн реєстрових вод:



P_1 – кількість води, що надходить з реєстрової частини, кг;

P_2 – кількість води, що надходить із сортувалки, кг;

P_3 – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;

P_5 – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку;

P_6 – кількість реєстрової води, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку;

P_7 – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;

P_8 – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

P_9 – надлишок реєстрової води, що поступає в басейн надлишкових вод;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 199052,70$ кг; $P_2 = 2360,18$ кг. $C_1 = 0,17$ %; $C_2 = 0,18$ %.

C_3 –?

Загальна кількість волокна = $338,39 + 4,25 = 342,64$ кг;

Загальна кількість маси = $199052,70 + 2360,18 = 201412,88$ кг.

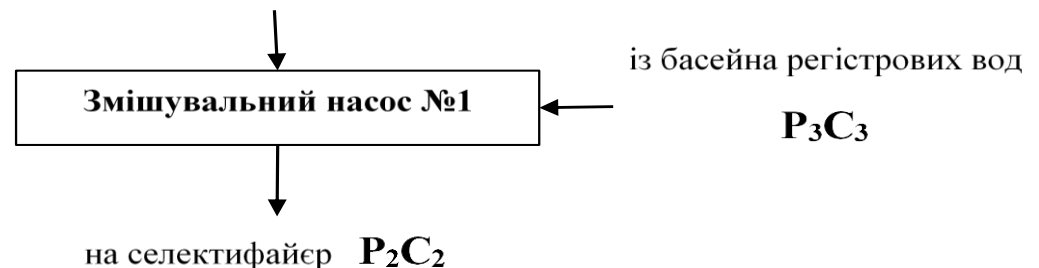
Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні реєстрових вод =

$$= \frac{342,64 \times 100}{201412,88} = 0,1701 \%$$

Таким чином, $C_3 = 0,1701$ %.

Змішувальний насос №1:

від центриклинерів I ступеня $P_1 C_1$



P_1 – кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає на селективфайер, кг;

P_3 – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод
використовується для розведення маси, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 228910,32$ кг; $C_1 = 0,7$ %; $C_2 = 0,6089$ %; $C_3 = 0,1701$ %.

P_1 –? P_3 –?

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Результати наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	39350,66	0,1701	66,94	39283,72
Після центрик. Іст.	189559,66	0,7000	1326,92	188232,75
Надійшло(всього)	228910,32		1393,86	227516,46
На селектив. насос	228910,32	0,6089	1393,86	227516,46
Пішло (всього)	228910,32		1393,86	227516,46

Центриклинери I ступеня:



P_1 – кількість маси, що надходить із змішувального насоса №2, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в змішувальний насос №1, кг;

P_3 – кількість маси, що поступає на центриклинери II і III ступеня, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 201659,22$ кг. $C_1 = 0,73$ %; $C_2 = 0,7$ %; $C_3 = 1,2$ %.

$P_1 - ?$ $P_3 - ?$

Результати наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	201659,22	0,7300	1472,11	200187,11
Надійшло(всього)	201659,22		1472,11	200187,11
На змішув.насос №1	189559,66	0,7000	1326,92	188232,75
На центрик. II і III ст.	12099,55	1,2000	145,19	11954,36
Пішло (всього)	201659,22		1472,11	200187,11

Центриклинери II і III ступеня:



P_1 – кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

P_3 – кількість води, що надходить в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод, кг;

P_4 – кількість відходів, що поступають в стік, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 12099,55$ кг; $P_4 = 150,0$ кг

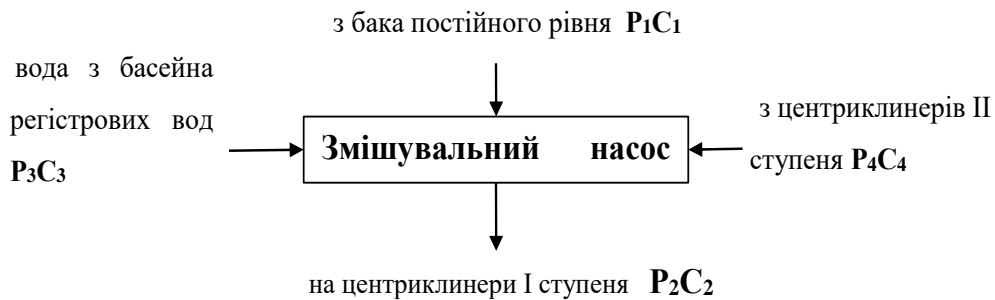
$C_1 = 1,2$ %; $C_2 = 0,4$ %; $C_4 = 0,67$ %; $C_3 = 0,0591$ %.

P_2 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	12099,55	1,2000	145,19	11954,36
Надлиш.вода в жолоб I і II	28272,76	0,0591	16,70	28256,06
Надійшло(всього)	40372,31		161,89	40210,42
В змішув.насос №2	40222,31	0,4000	160,89	40061,42
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	40372,31		161,89	40210,42

Змішувальний насос № 2:



P_1 – кількість маси, що надходить з бака постійного рівня, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає на центриклинери I ступеня, кг;

P_3 – кількість води, що поступає з басейна регістрових вод, кг;

P_4 – кількість маси, що надходить з центриклинерів II ступеня, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 201659,22$ кг; $P_4 = 40222,31$ кг.

$C_1 = 3,5$ %; $C_2 = 0,73$ %; $C_3 = 0,1701$ %, $C_4 = 0,4$ %. P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	130306,95	0,1701	221,67	130085,27
Від центриклин. II ст.	40222,31	0,4000	160,89	40061,42
З БПР	31129,96	3,5000	1089,55	30040,41
Надійшло(всього)	201659,22		1472,11	200187,11
На центрикл. I ст.	201659,22	0,7300	1472,11	200187,11
Пішло (всього)	201659,22		1472,11	200187,11

Бак постійного рівня:



P_1 – кількість маси, що надходить з машинного басейна в бак постійного рівня, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг.

C_1, C_2 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 31129,96$ кг; $C_2 = 3,5$ %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 31129,96$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Машинний басейн:



P_1 – кількість маси, що надходить з композиційного басейна, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в бак постійного рівня, кг.

C_1, C_2 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 31129,96$ кг; $C_2 = 3,5$ %.

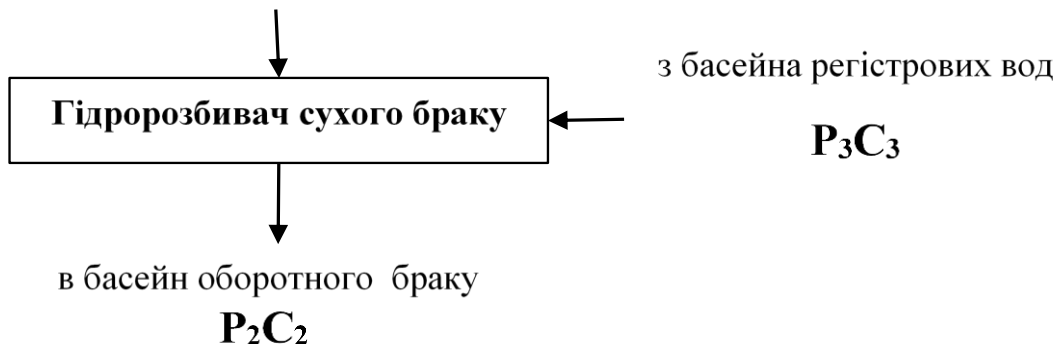
Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 31129,96$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

Гідророзбивач сухого браку:

відходи з ПРВ, сушіння, накату P_1C_1



P_1 – кількість маси, що надходить з ПРВ, сушіння та накату, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

P_3 – кількість води, що надходить з басейна регістрових вод і використовується для розведення маси, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

Враховуючи, що відходи сухого браку мають однакову сухість, їх можна подати одним потоком.

Таким чином, $P_1 = 20 + 30 + 20 = 70$ кг.

$C_1 = 91,0\%$; $C_2 = 3,5\%$; $C_3 = 0,17011\%$.

P_2 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрац., %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	20,00	91,00	18,20	1,80
З накату	30,00	91,00	27,30	2,70
Із сушіння	20,00	91,00	18,20	1,80
З бас-ну рег.вод	1839,40	0,1701	3,13	1836,27
Надійшло(всього)	1909,40		66,83	1842,57
В басейн обор.браку	1909,40	3,5000	66,83	1842,57
Пішло (всього)	1909,40		66,83	1842,57

Гауч-мішалка мокрого браку:



P_1 – кількість маси, що надходить з пресової частини, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає на згущувач, кг;

P_3 – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

P_4 – кількість маси, що надходить від гауч-вала, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

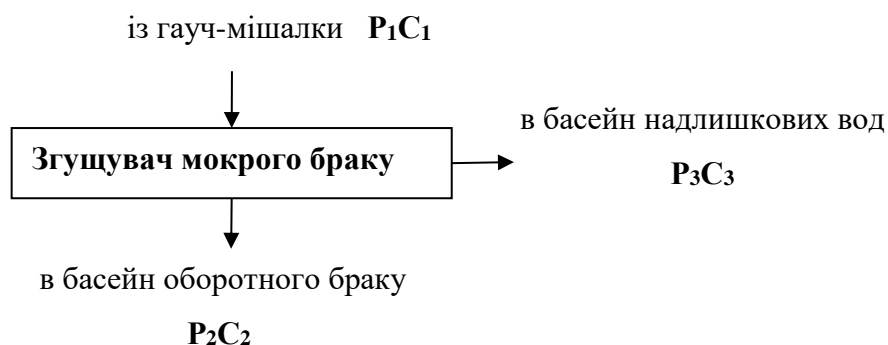
$P_1 = 30$ кг; $P_4 = 20$ кг; $C_1 = 42,0$ %; $C_2 = 0,8$ %; $C_3 = 0,1701$ %; $C_4 = 15,0$ %.

P_2 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	30,00	42,00	12,60	17,40
З гауч-вала	20,00	15,00	3,00	17,00
З бас-ну рег.вод	2413,15	0,1701	4,11	2409,04
Надійшло(всього)	2463,15		19,71	2443,44
На згуц.мокрого браку	2463,15	0,8000	19,71	2443,44
Пішло (всього)	2463,15		19,71	2443,44

Згущувач мокрого браку:



P_1 – кількість маси, що надходить із гауч-мішалки мокрого браку, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

P_3 – кількість води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 2463,15$ кг;

$C_1 = 0,8$ %; $C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 0,04$ %.

P_2 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	2463,15	0,8000	19,71	2443,44
Надійшло(всього)	2463,15		19,71	2443,44
В басейн обор.браку	541,04	3,5000	18,94	522,10
В басейн надл.вод	1922,11	0,0400	0,77	1921,34
Пішло (всього)	2463,15		19,71	2443,44

Басейн обігового браку:

із гідророзбивача сухого браку $P_1 C_1$



P_1 – кількість маси, що надходить з гідророзбивача сухого браку, кг;

P_2 – кількість маси, що надходить із згущувача, кг;

P_3 – кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

C_1, C_2, C_3 – масова частка волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 1909,40$ кг; $P_2 = 541,04$ кг; $C_1 = 3,5$ %; $C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 3,5$ %.

P_3 –? C_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1909,40	3,50	66,83	1842,57
Зі зміш.мокрого браку	541,04	3,50	18,94	522,10
Надійшло(всього)	2450,44		85,77	2364,68
В композиц.басейн	2450,44	3,50	85,77	2364,68
Пішло (всього)	2450,44		85,77	2364,68

Композиційний басейн:



P_1 – кількість маси, що надходить рідким потоком з гідророзбивачів, кг;

P_2 – кількість маси, що надходить з басейна оборотного браку, кг;

P_3 – кількість скопу, що надходить з дискового фільтра, кг;

P_4 – кількість маси, що поступає в машинний басейн, кг;

C_1, C_2, C_3, C_4 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 2450,44$ кг; $P_3 = 331,82$ кг;

$P_4 = 31129,96$ кг.

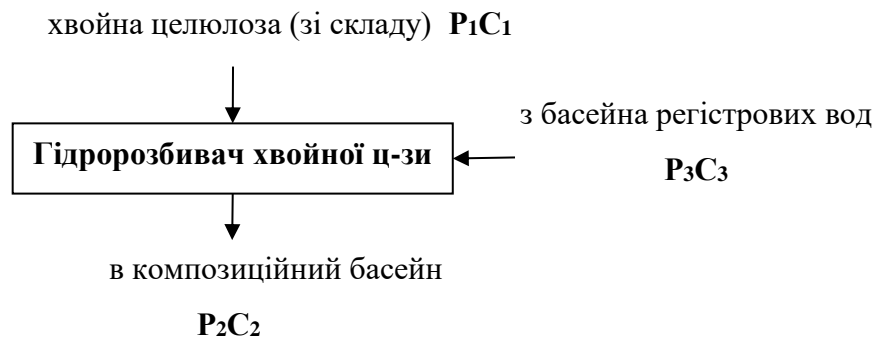
$C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 3,5$ %; $C_4 = 3,5$ %.

P_1 –? C_1 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.хв. цел-зи	28347,70	3,5000	992,17	27355,53
Із басейна обіг.браку	2450,44	3,5000	85,77	2364,68
Скоп з диск.фільтра	331,82	3,5000	11,61	320,21
Надійшло(всього)	31129,96		1089,55	30040,41
В машинний басейн	31129,96	3,5000	1089,55	30040,41
Пішло (всього)	31129,96		1089,55	30040,41

Гідророзбивач хвойної целюлози:



P_1 – кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

P_3 – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 28347,70$ кг.

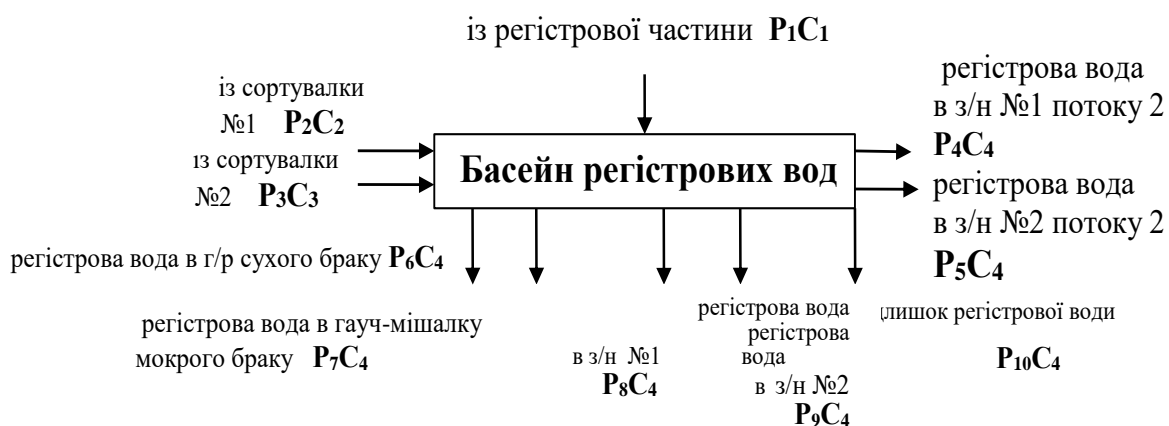
$C_1 = 88,0$ %; $C_2 = 3,5$ %; $C_3 = 0,1701$ %.

P_1 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хв.цел-за зі складу	1074,74	88,00	945,77	128,97
Вода з бас.рег.вод	27272,95	0,1701	46,40	27226,56
Надійшло(всього)	28347,70		992,17	27355,53
В композиційний бас.	28347,70	3,50	992,17	27355,53
Пішло (всього)	28347,70		992,17	27355,53

Басейн реєстрових вод:



P_1 – кількість води, що надходить з реєстрової частини, кг;

P_2 – кількість води, що надходить із сортувалки, кг;

P_3 – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;

P_5 – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

P_6 – кількість реєстрової води, що поступає в мішалку мокрого браку, кг;

P_7 – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;

P_8 – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

P_9 – надлишок води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 199052,70$ кг; $P_2 = 2360,18$ кг; $P_3 = 27272,95$ кг; $P_5 = 1839,40$ кг;

$P_6 = 2413,15$ кг; $P_7 = 39350,66$ кг; $P_8 = 130306,95$ кг;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

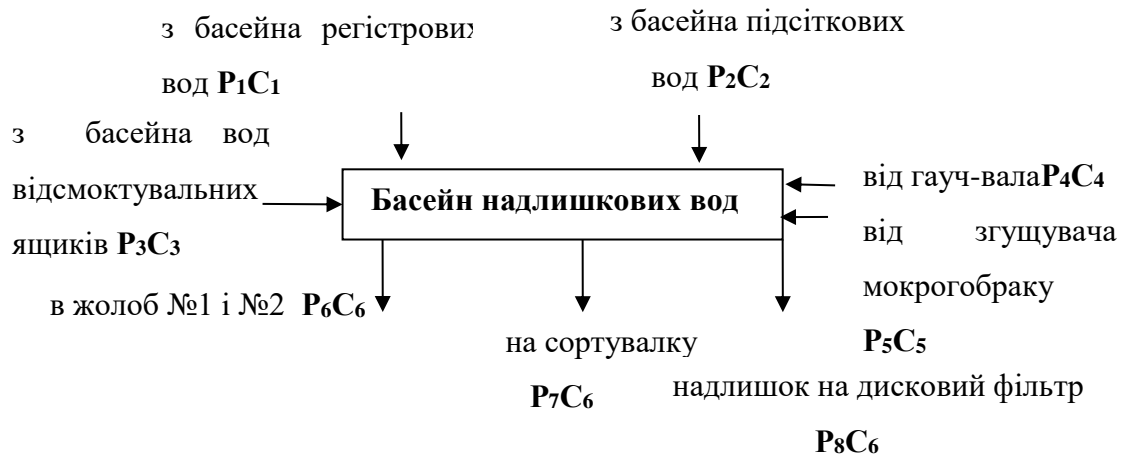
$C_1 = 0,1701 \text{ \%}; C_2 = 0,1701 \text{ \%}; C_3 = 0,1701 \text{ \%}.$

$P_9 - ?$

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	199052,70	0,1700	338,39	198714,31
Від плоск.сортів.	2360,18	0,1800	4,25	2355,93
Надійшло(всього)	201412,88		342,64	201070,25
На зм.насос №1	39350,66	0,1701	66,94	39283,72
На зм.насос №2	130306,95	0,1701	221,67	130085,27
На г/розб.хвойн.цел.	27272,95	0,1701	46,40	27226,56
На г/розб.сухого браку	1839,40	0,1701	3,13	1836,27
На зміш.мокр.браку	2413,15	0,1701	4,11	2409,04
В басейн надл.вод	229,77	0,1701	0,39	229,38
Пішло (всього)	201412,88		342,64	201070,25

Басейн надлишкових вод:



P_1 – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

P_2 – кількість води, що надходить з басейна підсіткових вод, кг;

P_3 – кількість води, що надходить з вод відсмоктувальних ящиків, кг;

P_4 – кількість води, що надходить з гауч-вала, кг;

P_5 – кількість води, що надходить із згущувача мокрого браку, кг;

P_6 – кількість води, що поступає в жолоб №1 і №2, кг;

P_7 – кількість води, що поступає на сортувалку, кг;

P_8 – надлишок води, що поступає на дисковий фільтр, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 229,77$ кг; $P_2 = 15000,0$ кг; $P_3 = 27056,48$ кг; $P_4 = 4910,56$ кг;

$P_5 = 1922,11$ кг; $P_6 = 28272,76$ кг; $P_7 = 850,0$ кг;

$C_1 = 0,0591$ %; $C_2 = 0,004$ %; $C_3 = 0,1$ %, $C_4 = 0,004$ %, $C_5 = 0,04$ %.

$P_8 - ? C_6 - ?$

Загальна кількість волокна = $0,39 + 0,6 + 27,06 + 0,2 + 0,77 = 29,01$ кг;

Загальна кількість маси = $229,77 + 15000,0 + 27056,48 + 4910,56 + 1922,11 = 49118,93$ кг.

Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні надлишкових вод

$$\frac{29,01 \cdot 100}{49118,93} = 0,05906 \text{ \%}.$$

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	229,77	0,1701	0,39	229,38
З басейну підсітк.вод	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
З басейну вод відсм.ящ.	27056,48	0,1000	27,06	27029,42
Від гауч-вала	4910,56	0,0040	0,20	4910,37
Від згущ.мокр.браку	1922,11	0,0400	0,77	1921,34
Надійшло(всього)	49118,93		29,01	49089,91
В жолоб №1 і №2	28272,76	0,0591	16,70	28256,06
На сортувалку	850,00	0,0591	0,50	849,50
На дисковий фільтр	19996,17	0,0591	11,81	19984,35
Пішло (всього)	49118,93		29,01	49089,91

Дисковий фільтр:



P_1 – кількість води, що надходить з басейну надлишкових вод, кг;

P_2 – кількість маси, що поступає в басейн проясненої води, кг;

P_3 – кількість скопу, що поступає в композиційний басейн, кг;

C_1, C_2, C_3 – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 19996,17$ кг.

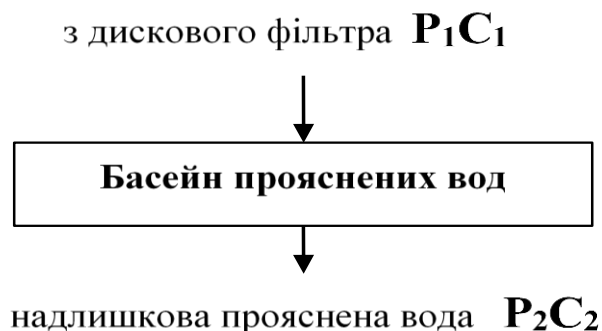
$C_1 = 0,0591$ %; $C_2 = 0,001$ %; $C_3 = 3,5$ %.

P_2 –? P_3 –?

Розрахунки наводимо у такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	19996,17	0,0591	11,81	19984,35
Надійшло(всього)	19996,17		11,81	19984,35
В композиц.басейн	331,84	3,50	11,61	320,22
В басейн освітл.вод	19664,33	0,0010	0,20	19664,13
Пішло (всього)	19996,17		11,81	19984,35

Басейн прояснених вод:



P_1 – кількість води, що надходить з дискового фільтра, кг;

P_2 – кількість надлишкової води, що використовується в ході виробництва паперу, кг;

C_1, C_2 – відсоток волокна у відповідних потоках.

$P_1 = 19664,33$ кг. $C_1 = 0,001$ %; $C_2 = 0,001$ %.

P_2 – ?

Результати розрахунків наводимо у наступному вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	19664,33	0,0010	0,20	19664,13
Надійшло(всього)	19664,33		0,20	19664,13
На очисні споруди	19664,33	0,0010	0,20	19664,13
Пішло (всього)	19664,33		0,20	19664,13

Результати зведеного матеріального балансу волокна і води

В табл. 3.2 наведені результати зведеного балансу волокна. В табл. 3.3 наведені результати зведеного балансу води.

Таблиця 3. 2 – Результати зведеного балансу волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	945,77	
Всього:	945,77	
Готова продукція		910,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		4,26
Промивання сукон		0,07
На очисні споруди		0,20
Відходи сортувалки (в цех виробн.картону)		30,25
	Всього:	945,77

Таблиця 3. 3 – Результати зведеного балансу води

Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	128,97	
Свіжа вода на промивання сіток	15000,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	8 500,00	
Свіжа вода на промив. сукна	6 500,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 500,00	
Всього:	32 628,97	
З готовою продукцією		90,00
З паром в ході сушіння		1248,33
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		4251,55
Промивання сукон		6499,94
На очисні споруди		19664,13
З відходами сортувалки (в цех виробн.картону)		726,01
	Всього:	32 628,95

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва [6]. В даному випадку вони становлять:

$$B = CB - ГП = 945,77 - 910,0 = 35,77 \text{ кг.}$$

де СВ – кількість свіжого волокна, кг;

ГП – кількість готової продукції, кг;

В – відходи виробництва, кг.

Якщо врахувати, що відходи центриклинерів III ступеня (1,01 кг) не відносяться до волокна, а відходи сортувалки (30,25 кг) будуть використані в межах комбінату, наприклад, в цеху виробництва картону, то величина безповоротних втрат волокна може бути зменшена, а саме:

$$B = 945,77 - 910,0 - 1,01 - 30,25 = 4,51 \text{ кг.}$$

В цьому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$BB = \frac{B \times 100}{CB} = \frac{4,51 \cdot 100}{945,77} = 0,47 \text{ \%}.$$

3.3 Тепловий баланс

Вихідні дані і дані розрахунку теплового балансу наведені в таблиці 3.4.

Табл. 3. 4 – Тепловий баланс

Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год	G=	9057,48
Початкова вологість матеріалу, %	W ₁ =	58
Кінцева вологість матеріалу, %	W ₂ =	9
Початкова температура матеріалу, °C	t ₁ =	20
Початкова температура повітря, °C	θ ₁ =	10
Початкова вологість повітря	F ₁ =	0,4
Кінцева температура повітря, °C	θ ₄ =	70
Кінцева вологість повітря	F ₂ =	0,84
Температура повітря після теплообмінника, °C	θ ₂ =	30
Температура грючої пари, °C	θ _{пар} =	130
Тепловий баланс сушіння		
Стаття приходу/відходу тепла		Кдж/год
Прихід тепла m, j	nnnn	
1. З парою, що поступає в сушильні циліндри		31709491,22
2. З парою, що поступає в калорифер		3185491,95
3. Тепло, що використовується в теплообміннику		1872963,938
Всього		36767947,11

Витрата тепла		
1. Підігрів матеріалу		2611659,662
2. На сушіння у 2-ому, 3-ому періодах		28308007,85
3. Втрата у зовнішнє середовище		229387,781
4. Втрата з невикористаним повітрям		187296,3938
5. На підігрів повітря в теплообміннику		1872963,938
6. Витрата з відходами повітря		3558631,481
Всього		36767947,11
Результати розрахунків		
Витрати пари в сушильній частині, кг/год	$D_1=$	14443,67116
Витрати пари в калориферах, кг/год	$D_2=$	1450,991373
Загальні витрати пари, кг/год	$D=$	15894,66253
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд}=$	1,754865871
Кількість повітря, що подається на сушіння, кг/год	$L=$	93089,54733
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9=$	102398,5021
Поверхня теплопередачі для підігріву, m^2	$F_1=$	33,16393221
Поверхня теплопередачі для сушіння, m^2	$F_{2,3}=$	458,5867189
Загальна поверхня теплопередачі, m^2	$F=$	491,7506511
Температура повітря на вході в суш. част., $^{\circ}C$	$\theta_3=$	64,01551825
Температура матеріалу при сушінні з пост. швид., $^{\circ}C$	$t_2=$	60
Середня температура матеріалу у 2, 3 періодах, $^{\circ}C$	$t_4=$	78,9
Середня температура матеріалу, $^{\circ}C$	$t_5=$	40
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}C$	$t_3=$	113,55

4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Папероробна машина

Підпергамент виготовляють в основному на довгосіткових ПРМ. Папероробні машини, особливо для виготовлення високоякісного паперу, повинні бути оснащені такими пристроями, [1]:

- сучасними напірними ящиками і сітковим столом, що забезпечить рівномірний напуск і формування паперового полотна по його ширині і довжині, мінімальну різнобічність паперу і хороший просвіт;
- пресовою частиною, що включає прями преси;
- машинним каландром.

Сітковий стіл включає в себе:

- одну сітку;
- грудний вал;
- грудна дошка;
- реєстрові валики;
- гідропланки;
- мокрі відсмоктувальні ящики;
- відсмоктувальний гауч-вал;

Пресова частина включає в себе комбінований прес. Зневоднювання полотна здійснюється шляхом його пресування. В зоні пресування вода рухається в поперечному напрямку ходу сукна. Сухість полотна після пресування складає 40 %.

Сушильна частина. Для сушіння застосовують контактний спосіб, в результаті якого тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, які обігріваються зсередини. Двоповерхова сушильна частина складається з 7 секцій по 6 циліндрів у кожній – 42 сушильних циліндрів діаметром 1500 мм, а також двох холодильних циліндрів, виготовлених зі сталі.

Машинний каландр.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

— Діаметр циліндрів 1100 мм. Кількість валів – 6 шт.

Поздовжньо-різальний станок.

— Робоча швидкість 800 м/хв. Ширина – 4200 мм. Швидкість ножів 920 м/хв.

Розрахуємо продуктивність машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times B_0 \times v \times q \times K_1 \times K_2$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилини в години) та маси 1 м² паперу (грами в кілограми);

$B_0 = 4200$ мм – обрізна ширина полотна паперу, м;

$v = 700$ м/хв. – швидкість машини, м/хв.;

$q = 52$ г/м² – маса 1 м² полотна, г/м²;

$K_1 = 0,90$ – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2 = 0,95 - 0,98$ – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

Розрахуємо годинну продуктивність папероробної машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times 4,2 \times 700 \times 52 \times 0,9 \times 0,96 = 8857,48 \text{ кг/год}$$

Тоді добова продуктивність машини становить:

$$Q_{\text{д}} = Q_{\text{год}} \times t_{\text{д}} = 8857,48 \times 22,5 = 199293,4 \text{ кг/добу} \approx \\ \approx 200 \text{ т/добу}$$

де $t_{\text{д}} = 22,5$ – кількість годин безперервної роботи машини за добу.

Тоді планова річна продуктивність становить:

$$\text{ПП} = Q_{\text{д}} \times T_{\text{еф}} = 200 \times 345 = 68756,18 \frac{\text{т}}{\text{рік}} = 68\,000 \text{ т/рік}$$

Гідророзбивач

Для розпуску хвойної целюлози обираємо гідророзбивач типу ГРВ-24, що має наступні технічні характеристики [7]:

- місткість ванни – 24 м³;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

- продуктивність – 75 – 240 т/добу;
- потужність електродвигуна – 250 кВт;
- матеріал – нержавіюча сталь.

Кількість гідрозбивачів типу ГРВ-24 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ГРВ}}} = \frac{200}{200} = 1 \text{ шт.}$$

Для розпуску сухого браку обираємо гідророзбивач типу ГРВ-6, який має наступні характеристики:

- місткість ванни – 6 м³;
- продуктивність – 18 – 60 т/добу;
- потужність електродвигуна – 75 кВт.

Кількість ГРВ-6 становить:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ГРВ}}} = 200 \times \frac{0,07}{18} = 1 \text{ шт.}$$

Дисковий млин

Обираємо дисковий млин МД-4ШЗ, який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 30 – 210 т/добу;
- масова концентрація волокна в напівфабрикаті – 20 – 50 г/л;
- діаметр дисків по гарнітурі – 1250 мм;
- потужність електродвигуна – 115 кВт;
- частота обертання ротора – 1000 хв⁻¹;
- напруга – 1000 кВт;
- маса – 2000 кг.

Розрахуємо кількість млинів МД-4ШЗ для хвойної целюлози. Її початковий ступінь млива становить 13 °ШР, кінцевий – 75 °ШР. Приріст ступеня млива на кожному млині становить близько 9 °ШР. Таким чином кількість млинів для хвойної целюлози становить:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$K = \frac{\Delta \text{СП}_{71\text{в.}}}{\Delta \text{СП}_{\text{на 1 млині}}} = \frac{75 - 1,3}{9} = 6,8 \approx 7 \text{ млинів.}$$

Отже, треба встановити 7 млинів для розмелювання хвойної целюлози, з проміжним басейном після другого млина та четвертого млина з метою охолодження маси, акумулювання маси і вирівнювання концентрації.

Басейн для акумулювання розмеленої маси

Басейн буферний має такі технічні характеристики:

- місткість – 120 м³;
- пристрій перемішування – вал з лопатями;
- частота обертання валу – 217 об/71в..

Композиційний басейн

Технічні характеристики басейну композиційного:

- місткість – 320 м³;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- пристрій перемішування – вал з лопатями;
- частота обертання валу – 217 об/71в..

Установка вихрових конічних очисників

За добовою продуктивністю обираємо установку вихрових конічних очисників марки УВК-300-01.

Технічні характеристики:

- продуктивність – 300 т/добу;
- пропускна здатність очисника – 125 л/хв.;
- діаметр очисника – 80 мм;
- тиск на вході – 0,2 – 0,25 МПа;
- концентрація на вході – 0,6 – 1,1 %;
- кількість очисників за ступенями – I – 392, II – 88, III – 40;
- габаритні розміри: 16,64×6,91×2,53 мм;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

- маса – 15,70 т.

Кількість установок вихрових конічних очисників марки УВК-300-04 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}}^{\text{УВК}}} = 200/200 \approx 1 \text{ шт.}$$

Сортувалка

Обираємо вібраційну сортувалку СВ-0,5 [8], яка має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 7,5 – 15 т/добу;
- площа поверхні сита – 0,5 м²;
- масова частка волокна на вході – 7,0 – 15 %;
- діаметр отворів сита – 3,0 – 5,0 мм;
- частота коливань сита – 2,7 мм;
- потужність електродвигуна – 0,75 кВт.

Кількість сортувалок СВ-0,5 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}}^{\text{СВ}}} = 200 \times 0,015/7,5 \approx 1 \text{ шт.}$$

Вузловловлювач

Виходячи із добової продуктивності папероробної машини обираємо вузловловлювач ВЗ-15. Його технічні характеристики наведені нижче:

- продуктивність – 100 – 400 т/добу;
- площа сита – 5,6 м²;
- концентрація на вході – 0,4 – 0,8 %;
- тиск на вході – 0,02 – 0,05 Мпа;
- кількість лопатей – 6 шт.;
- частота обертання ротора – 210 хв⁻¹;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- габаритні розміри – 4,01×3,03×2,65 м;
- маса – 8,3 т.

Розрахуємо кількість ВЗ-15. Для цього використаємо наступну формулу:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{ВЗ}} = 200/200 \approx 1 \text{ шт.}$$

Згущувач

Обираємо згущувач шаберний СШ-06-01, що має наступні характеристики:

- продуктивність – 20 – 25 т/добу;
- концентрація волокна на вході – 0,4 – 1,0 %;
на виході – 5,0 – 7,0 %;
- параметри сіткового циліндра:
діаметр – 1,25 м;
довжина – 1,5 м;
- площа бічної поверхні – 6 м²;
- частота обертання барабана – 14,4 об/73в.;
- споживча потужність – 2,2 кВт;
- габаритні розміри – 3,55×2,25×2,56 м.

Розрахуємо кількість згущувачів шаберних СШ-06-01:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{СШ}} = 200 \times 0,04/20 \approx 1 \text{ шт.}$$

Пульсаційний млин

Обираємо пульсаційний млин МП-00, який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 5 – 25 т/добу;
- діаметр ротора – 190 мм;
- кількість робочих зон – 3 шт.;
- частота обертання ротора – 3000 об/73в.;
- габаритні розміри – 1,57×0,41×0,58 м;
- маса – 0,68 т.

Кількість пульсаційних млинів розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{МП}} = 200 \times 0,02/5 \approx 1 \text{ шт.} [8]$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ

Будівля папероробного цеху збірна залізобетонна, має два поверхи. Сітка колон становить 6×6 м в кількості 26 штук. Довжина будівлі становить 156 м, з висотою 18 м і шириною 30 м. На першому поверсі будівлі знаходяться басейни і насоси. На другому поверсі розміщені млини, система вихрових очисників, селективфайер, вібраційна сортувалка, папероробна машина з каландром та накат. Розміри проходів і дверей становлять 1 м, коридорів, майданчиків і сходів – 1,5 м. Фундамент будівлі багатоблоковий стовпчастого типу, з глибиною залягання 1,5 м.

Цех з виробництва паперу передбачає 2 монтажних отвори для ремонтних цілей і установка мостового крана.

У цеху передбачено використання природного і штучного освітлення. Також у цеху передбачено додаткові приміщення. Природне освітлення використовується у вбиральнях, а штучне в душових і туалетах.

Гардероби, душові і туалети розташовані на другому поверсі. Окрім приміщень санітарно-гігієнічного призначення в цеху передбачено наявність побутових приміщень, таких як: кабінет начальника цеха, кабінет інженера-технолога, економіста, тощо. Площа яких варіюється в межах 9-12 м².

Допоміжні приміщення опалюються в холодний період року, в приміщеннях душових передбачено вентиляцію.

					Пояснювальна записка	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Целюлозно-паперова промисловість є споживачем великої кількості прісних вод, що має значний вплив на навколишнє середовище. Окрім такого фактору, що целюлозно-паперова промисловість використовує даний дефіцитний ресурс, вона є чи не найбільшим забруднювачем води. Все це викликано тим що: використовують застарілі системи очистки стічних вод із-за яких у стічних водах можуть міститися хімічні та органічні забруднювачі. Також яскраво вираженою проблемою є дефіцит енергоресурсів, що впливає з використання застарілих та нерентабельних систем регенерації енергії.

В даний час для вирішення даних проблем запроваджують нове, більш економічне обладнання. Можна запровадити ряд проваджень які покращать екологічне та енергетично-економічне становище підприємств, такі як:

- Оснащення більш сучасним та досконалим обладнанням.
- Мінімізувати використання свіжої води шляхом її оборотного використання. Повторне використання скопу і води сприяє не лише заощадженню волокна і води, а й робить дане виробництво екологічно безпечним, оскільки не забруднюються водойми.
- Відсутні хімічні реагенти, що використовуються для проклеювання і наповнення паперу.
- Залишкову воду з потоків можна освітлювати і використовувати замість свіжої води на спорски сіток.
- Максимально зневоднювати паперове полотно перед подачею його у сушильну частину, тим самим зменшуючи витрати енергії на процес сушіння.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ВИСНОВКИ

1. Розроблено та обґрунтовано технологічний потік з виробництва підпергаменту марки П в системі Приватного Акціонерного Товариства «Малинська паперова фабрика-Вайдманн».

Вирішено використання 100% сульфітної хвойної невібіленої целюлози, що дає можливість отримати необхідні до вимог стандарту фізико-механічні показники за мінімальних витрат на виробництві. Наведено стандарти на сульфітну невібілену хвойну целюлозу та на готову продукцію – підпергамент.

2. Розраховано матеріальний баланс волокна і води з виробництва підпергаменту марки П. В результаті проведених розрахунків встановлено, що для виготовлення 1 т повітряно сухого паперу необхідно 945,77 кг абсолютно сухої сульфітної невібіленої хвойної целюлози. Вимої волокна становлять 0,47 %. Витрати води становлять 32 628,95 кг.

3. Передбачається використання: реєстрової води в гідророзбивачах целюлози, в змішувальних насосах №1 та №2, в гідророзбивачі сухого браку; надлишкової підсіткової води на розбавлення маси в жолобі №1 та жолобі №2, а також в напірній сортувалці; проясненої води в гауч-мішалці.

4. Наведено теоретичні відомості про основні процеси виробництва підпергаменту, а саме: особливості технології підпергаменту; розмелювання; формування полотна; пресування; сушіння; очищення паперової маси та екологічна безпека виробництва.

5. Наведено розрахунок основного технологічного обладнання.

6. Наведено розрахунок теплового балансу, в результаті якого видно, що загальні витрати пари становлять близько 15895 кг/год.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология упаковочной бумаги. Трухтенкова Н. Е., Килипенко А. В., Пархоменко-Черняева И. А – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 287 с.
2. ГОСТ 1760-2014 Подпергамент. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2015 год.
3. ГОСТ 6501-82 Целлюлоза сульфитная небеленая из хвойной древесины. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1998 год.
4. Фляте Д. М. Технология бумаги. Учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1988—440 с.
5. Иванов С. Н. Технология бумаги. - 3-е изд. – М. : Школа бумаги, 2006. 696 с.
6. С. Г. Жудро. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: «Лесная промышленность», 1970. – 224с.
7. Каталог обладнання «ПетрозаводськМаш». – 34 с.
8. Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М .Технологія паперу та картону: Метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – хімічна технологія програми професійного спрямування "Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини" – К.: НТУУ "КПІ", 2011.– 66 с.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

ДОДАТОК А

					Пояснювальна записка	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		